

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
Δ.Π.Μ.Σ**



Τζανίδης Ανέστης-Μάριος

Μεταπτυχιακή Διατριβή

**Αξιολόγηση ποικιλιών ελαιοκράμβης και εκτίμηση γενετικών
παραμέτρων που αφορούν τα συστατικά απόδοσης και την
ποιότητα του παραγόμενου βιοελαίου**

Βόλος 2008

**ΔΙΑΤΟΠΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ ΕΛΑΙΟΚΡΑΜΒΗΣ ΚΑΙ
ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΓΕΝΕΤΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΠΟΥ ΑΦΟΡΟΥΝ ΤΑ
ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΑΙ ΤΗΝ ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΟΥ
ΒΙΟΕΛΑΙΟΥ**

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ ΜΑΥΡΟΜΑΤΗΣ, Γενετική Βελτίωση Φυτών

ΤΑ ΜΕΛΗ ΤΗΣ ΤΡΙΜΕΛΟΥΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ

ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ ΜΑΥΡΟΜΑΤΗΣ, Επίκουρος Καθηγητής Γενετικής Βελτίωσης Φυτών,
Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

ΝΙΚΟΛΑΟΣ ΔΑΝΑΛΑΤΟΣ, Καθηγητής Γεωργίας, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

ΙΜΠΡΑΧΙΜ ΑΒΡΑΑΜ ΧΑ, Αναπληρωτής Καθηγητής Σποροπαραγωγής και
Τεχνολογίας Σπόρου, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Ευχαριστίες

Η επιτυχής ολοκλήρωση της παρούσας εργασίας οφείλεται στην προσπάθεια αρκετών ανθρώπων τους οποίους οφείλω να ευχαριστήσω. Ιδιαίτερη μνεία οφείλεται στον επιβλέποντα κ. Αθανάσιο Μαυρομάτη, Επίκουρου Καθηγητή του Εργαστηρίου Γενετικής και Βελτίωσης των Φυτών για την ανεκτίμητη συμβολή του στις προσπάθειες μου, καθώς και για την αμέριστη συμπαράστασή του καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου στο Π.Θ.

Ακόμη νιώθω την ανάγκη να ευχαριστήσω θερμά την κα. Πανάγου Μίνα, μέλος του εργαστηρίου, για την αμέριστη στήριξη και βοήθειά της καθ' όλη τη διάρκεια της φοίτησής μου στο Δ.Π.Μ.Σ.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τις εταιρείες MONSANTO, BIO-REWA, RIONEER, ADVANTA και NK-SYNGENTA για την προμήθεια του γενετικού υλικού που χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα εργασία.

Ωστόσο είναι ανάγκη να ευχαριστήσω τον κ. Κορκόβελο Αθανάσιο, μέλος του Εργαστηρίου για τη βοήθειά του τόσο κατά τη διάρκεια του πειράματος όσο και κατά τη στατιστική ανάλυση των δεδομένων όπως και τον κ. Νάκα Χρήστο. Ακόμη θα ήθελα να ευχαριστήσω τους συναδέλφους και συμφοιτητές που γνώρισα κατά τη διάρκεια των σπουδών στο πανεπιστήμιο.

Επιπλέον θα ήθελα να ευχαριστήσω τους εργαζόμενους του αγροκτήματος του Π.Θ. για την μεγάλη προσφορά τους στο πειραματικό κομμάτι της μεταπτυχιακής διατριβής μου.

Οφείλω θερμές ευχαριστίες στον κύριο Τάσο Κατσιλέρο, υποψήφιο διδάκτωρ του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών, για την άριστη συνεργασία και βοήθειά του στην στατιστική επεξεργασία των δεδομένων.

Τέλος θερμές ευχαριστίες προς την οικογένειά μου που αποτέλεσαν ένα συνεχές κίνητρο ολοκλήρωσης της συγκεκριμένης προσπάθειας.

Ανέστης-Μάριος Τζανίδης,
Βόλος, Οκτώβριος 2008

Περίληψη

Οι ενεργειακές καλλιέργειες μπορούν να φέρουν μια μικρή επανάσταση στον αγροτικό κόσμο και να αποτελέσουν αιτία αναγέννησης της αγροτικής υπαίθρου. Τα νέα οικονομικά δεδομένα, η καθετοποίηση στην παραγωγή του τελικού προϊόντος και οι συνεχώς αυξανόμενες ανάγκες σε εναλλακτικές μορφές καθαρής ενέργειας, θα εξαφανίσουν τα αρνητικά σενάρια εγκατάλειψης - ερημοποίησης των χωραφιών καθώς και τον μαρασμό των περιοχών της περιφέρειας. Τώρα δημιουργούνται προοπτικές βιώσιμης ανάπτυξης, ανασυγκρότησης και ανασύστασης της επιχειρηματικής γεωργίας και των εμπλεκόμενων σε αυτήν.

Η υποχρέωση της χώρας μας για τη χρήση υγρών βιοκαυσίμων στις μεταφορές καθώς και η ανάγκη προσαρμογής του πρωτογενούς τομέα στα πλαίσια της Νέας Κοινής Αγροτικής Πολιτικής, έχει προκαλέσει το ενδιαφέρον των παραγωγών και επιχειρηματιών του σχετικού κλάδου για την αξιοποίηση των ενεργειακών πλάνων. Το ενδιαφέρον της φυτικής παραγωγής επικεντρώθηκε στην ελαιοκράμβη, τον ηλίανθο και το γλυκό σόργο, ώστε να αποτελέσουν την κύρια πρωτογενή ύλη για την παραγωγή υγρών βιοκαυσίμων στην Ευρώπη (βιοντήζελ).

Στο πλαίσιο αυτής της ερευνητικής εργασίας μελετήθηκε η προσαρμοστικότητα τριάντα εμπορικών ποικιλιών ελαιοκράμβης ως προς το παραγωγικό δυναμικό τους (απόδοση, ποιότητα συστατικών ελαίων) σε πειραματικό αγρό στη Θεσσαλία (Βελεστίνο).

Ειδικότερα, επιχειρήθηκε να διερευνηθούν τα αγρονομικά χαρακτηριστικά και οι φαινοτυπικές διαφορές των ποικιλιών, να πραγματοποιηθεί καταγραφή των σταδίων ανάπτυξης και ωρίμανσης των παραγόμενων φυτών καθώς και των συστατικών απόδοσης και ποιοτικής σύστασης των σπόρων. Η στατιστική επεξεργασία των πειραματικών δεδομένων έγινε τόσο για τα ποσοτικά όσο και για ποιοτικά χαρακτηριστικά των ποικιλιών. Η συγκεκριμένη εργασία με την καταγραφή και αξιολόγηση των παραγόντων της καλλιέργειας και των αποδόσεων των ποικιλιών, επιχειρεί μια προσέγγιση για διερεύνηση της ελαιοκράμβης, ως μιας επίκαιρης και εναλλακτικής καλλιέργειας για την Ελληνική επικράτεια.

Τα αποτελέσματα του πειράματος μπορούν να αποτελέσουν μια καλή βάση για απόκτηση γενικότερων πληροφοριών, με απώτερο σκοπό την

υποβοήθηση της ενδεχόμενης ένταξης σχετικού βελτιωτικού προγράμματος στη χώρα μας.

Περιεχόμενα

Ευχαριστίες	2
Περίληψη	3
Περιεχόμενα	5
1.1. Εισαγωγή	7
1.2. Οφέλη της βιοενέργειας.....	10
2. Ενεργειακές καλλιέργειες και βιοενέργεια - βιοκαύσιμα.....	11
2.1. Βιομάζα	15
2.2. Είδη ενεργειακών καλλιεργειών.....	17
2.3. Περιβαλλοντικά οφέλη από την ανάπτυξη ενεργειακών καλλιεργειών.....	18
2.4. Κοινωνικο-οικονομικά οφέλη από την ανάπτυξη ενεργειακών καλλιεργειών.....	19
2.5. Υγρά βιοκαύσιμα	21
2.5.1. Βιοντήζελ	22
2.5.2. Βιοαιθανόλη	24
2.5.3. Σύγκριση βιοντήζελ και πετρελαίου	25
2.5.4. Ενεργειακό ισοζύγιο του βιοντήζελ σε σύγκριση με την αιθανόλη και το πετρέλαιο	25
2.5.5. Επιλογές βελτίωσης καλλιεργειών που εξετάζουν ανάγκες βιολογικών καυσίμων	26
2.5.6. Εναλλακτικά καλλιεργήσιμα είδη με τη δυνατότητα παραγωγής βιοκαυσίμων	27
2.5.7. Βιοκαύσιμα και γεωργία συντήρησης.....	29
3.1. Βοτανικά χαρακτηριστικά της ελαιοκράμβης.....	30
3.2. Ταξινόμηση - Γενικά χαρακτηριστικά καλλιέργειας της ελαιοκράμβης.....	32
3.3. Καλλιεργητικές και περιβαλλοντικές απαιτήσεις.....	35
3.4. Βασικές αρχές διαχείρισης της καλλιέργειας της Ελαιοκράμβης.....	39
3.5. Καλλιεργητικές τεχνικές	44
3.6. Προϊόντα, χρήσεις της ελαιοκράμβης.....	47
3.6.1. Έλαιο για ανθρώπινη κατανάλωση	47
3.6.2. Ζωοτροφές	48
3.6.3. Παραγωγή βιοντήζελ	49
4.1. Βελτίωση στην ελαιοκράμβη (Brassica napus).....	53
4.2. Λιπαρά οξέα και ωφελιμότητα	58
4.3. Γενετική βελτίωση και περιβαλλοντικοί κίνδυνοι.....	61

4.4. Αποτελέσματα απο την καλλιέργεια γενετικά τροποποιημένης ελαιοκράμβης..	63
4.4.1. Παραδείγματα νέων βελτιωμένων ποικιλιών ελαιοκράμβης.....	65
4.4.2. Στόχοι της έρευνας για βελτίωση της ελαιοκράμβης	72
4.4.3. Μέθοδοι και εφαρμογές γενετικής βελτίωσης ελαιοκράμβης.....	78
5. Σκοπός της εργασίας.....	81
6. Υλικά και μέθοδοι.....	82
6.1. Μετρήσεις και παρατηρήσεις.....	86
6.2. Στατιστική ανάλυση	87
7. Αποτελέσματα	88
8. Συμπεράσματα – Συζήτηση	108
9. Ελληνική νομοθεσία για την προώθηση των βιοκαυσίμων	112
10. Βιβλιογραφία.....	113
Παράρτημα	117

1.1. Εισαγωγή



Η ελαιοκράμβη κατάγεται από τη νοτιοανατολική Ευρώπη και ήταν γνωστή στους αρχαίους μεσογειακούς λαούς. Είναι διαδεδομένη στη βορειοδυτική και κεντρική Ευρώπη, καθώς και στον Καναδά, στην Ιαπωνία, στις Η.Π.Α κ.α. Στην Ελλάδα καλλιεργείται κυρίως μέσω των λαχανοκομικών ποικιλιών ελαιοκράμβης. Πολλά είδη ελαιοκράμβης αυτοφύονται επίσης στη χώρα μας. Με την ένταξη της Ελλάδος στην Ε.Ε, η ελαιοκράμβη απέκτησε κάποιο ενδιαφέρον και διερευνήθηκε από το Ινστιτούτο Βάμβακος και βιομηχανικών φυτών ενώ τα τελευταία χρόνια αποκτά μεγάλο ενδιαφέρον για τη επίτευξη του στόχου που λέγεται παραγωγή βιοενέργειας. Η ελαιοκράμβη είναι ένα φυτό που καλλιεργείται σαν πρώτη ύλη για την παραγωγή ελαίου και μάλιστα θεωρείται ως το τρίτο πιο σημαντικό, μετά τη σόγια και το φοινικέλαιο. ([http1](#))

Το RSoil (Rapeseed oil), το λάδι της ελαιοκράμβης, χρησιμοποιείται ως καύσιμο, αυτούσιο, χωρίς πρόσμιξη με πετρέλαιο, σε αντίθεση με τα άλλα βιοκαύσιμα. Αυτό και μόνο το καθιστά ένα από τα πιο φιλικά προς το περιβάλλον.

Για τον καταναλωτή συνεπάγεται σημαντικότερη οικονομία που μπορεί να φθάσει για τα έξοδα κίνησης και θέρμανσης μέχρι το 40%. Το ποσοστό αυτό οφείλεται στο χαμηλότερο κόστος αλλά και στην υψηλότερη απόδοση του κινητήρα. ([http1](#)) Το κραμβέλαιο θα μπορούσε να χαρακτηριστεί ως το "απόλυτο οικολογικό καύσιμο", δεδομένου ότι από τη χρήση του, εκπέμπονται ρύποι σε επίπεδο χαμηλότερο από το ελάχιστο των προδιαγραφών της Ε.Ε. Η καλλιέργεια του φυτού επιδοτείται και θα μπορούσε να αντικαταστήσει καλλιέργειες με μειωμένη ζήτηση. Ωστόσο στη χώρα μας δεν επιτρέπεται ακόμη η χρήση του κραμβελαίου ως βιολογικού καυσίμου. ([http4](#))

Το έλαιο που παράγεται από την ελαιοκράμβη είναι το πρώτο στη σειρά προτίμησης μεταξύ των ελαίων που προέρχονται από λαχανοκομικά φυτά, στην Ευρώπη για την παρασκευή βιοντίζελ και η ζήτηση του εκεί είναι ευρεία. Στην Ευρώπη, η ελαιοκράμβη καλλιεργείται κυρίως για ζωοτροφή (λόγω του υψηλού

λιπιδικού και μεσαίου πρωτεϊνικού περιεχομένου) και για την παραγωγή λαχανοκομικού ελαίου για βιοντήζελ.

Το φυσικό έλαιο της ελαιοκράμβης περιέχει ερουκικό οξύ, το οποίο είναι μέτρια τοξικό για τον άνθρωπο σε μεγάλες δόσεις αλλά χρησιμοποιείται και ως συντηρητικό τροφίμων σε μικρότερες δόσεις. Η Canola είναι ένας συγκεκριμένος τύπος ελαιοκράμβης που καλλιεργείται για τη χαμηλή περιεκτικότητά της σε ερουκικό οξύ. Η Canola δημιουργήθηκε στον Καναδά και το όνομά της είναι ένας συνδυασμός από το “Canada και oil” (Canadian oil low acid για την ακρίβεια). Το όνομα της επιλέχθηκε επίσης και για προφανείς εμπορικούς λόγους. Ο σπόρος της ελαιοκράμβης είναι το πολύτιμο συγκομιζόμενο στοιχείο της καλλιέργειας. Η ελαιοκράμβη καλλιεργείται επίσης και ως χειμερινή καλλιέργεια κάλυψης. Παρέχει καλή κάλυψη του εδάφους κατά το χειμώνα και περιορίζει την απώλεια αζώτου. Το φυτό ενσωματώνεται με το όργωμα πάλι στο έδαφος ή χρησιμοποιείται ως φυτοκάλυψη. Η κατεργασία του σπόρου της ελαιοκράμβης για την παραγωγή ελαίου ως παραπροϊόν την κραμβόπιτα η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως ζωτροφή. (Johnson, D., Croissant, R.)

Η ελαιοκράμβη έχει συνδεθεί με ανεπιθύμητες επιδράσεις στους ασθενείς που υποφέρουν από άσθμα γεγονός που πρέπει να εξεταστεί καθώς η γύρη μεταφέρεται κυρίως από έντομα.

Η ελαιοκράμβη (επίσης γνωστή ως *Rape*, *Oilseed Rape*, *Rapa*, *Rapeseed* και για κάποιες ποικιλίες Canola) έχει επιστημονικό όνομα *Brassica napus* είναι μέλος της οικογένειας *Brassicaceae* με έντονα κίτρινα άνθη. Το όνομά της προέρχεται από έναν αρχαίο αγγλικό όρο για το γογγύλι το *rapum*. Κάποιοι βοτανολόγοι συμπεριλαμβάνουν το στενά συγγενές *Brassica campestris* στο *Brassica napus*. Η ελαιοκράμβη είναι η τρίτη σημαντικότερη ελαιοαποδοτική καλλιέργεια παγκοσμίως αφού τα τελευταία χρόνια έχει ξεπεράσει το φιστίκι, το βαμβακόσπορο και πιο πρόσφατα τον ηλιάνθο. Αυτό οφείλεται κυρίως στις εργασίες βελτίωσης που έχουν μειώσει σημαντικά τα επίπεδα των δύο μη επιθυμητών στοιχείων, του ερουκικού οξέος στο έλαιο και των γλυκοζινολικών ενώσεων στο γεύμα, δημιουργώντας μια νέα υψηλής αξίας καλλιέργεια.

Η ελαιοκράμβη έρχεται ως εναλλακτική πρόταση για την παραγωγή βιοκαυσίμων, που προωθείται από την Ε.Ε, για την προστασία του περιβάλλοντος. Πρόκειται για καύσιμα τα οποία μπορούν να παραχθούν από φυτά που ήδη καλλιεργούνται στη χώρα μας, ωστόσο διοχετεύονται κυρίως σε χώρες του εξωτερικού, με την Ελλάδα να παραμένει για μια φορά ακόμη ουραγός.

Σύμφωνα με την κοινοτική οδηγία 2003/30, τα κράτη της Ε.Ε, θα πρέπει να προβλέψουν την χρησιμοποίηση ενός ελάχιστου ποσοστού βιοκαυσίμων. Μέχρι το 2010, το ποσοστό αυτό θα πρέπει να ανέλθει στο 5,75% του συνόλου των καυσίμων κίνησης που χρησιμοποιούνται και ως το 2020 στο 20%.

Η Εταιρία "Ελληνικά Βιοκαύσιμα", διατηρεί τα αποκλειστικά δικαιώματα μιας παγκόσμιας πατέντας, η οποία μπορεί να μετατρέπει τους κινητήρες ντίζελ να καταναλώνουν 100% φυτικό λάδι αντί για πετρέλαιο, χωρίς να χρειάζεται μετατροπή του κινητήρα. Η πατέντα είναι γερμανική της οποίας τα δικαιώματα κατέχει η Ελληνική Εταιρία που συνεργάζεται με τους Γερμανούς επιστήμονες που την ανακάλυψαν. Από την ως άνω εταιρία ,πρόκειται σύντομα να ξεκινήσει η κατασκευή εργοστασίου στη περιοχή Αλμυρού του Βόλου, που θα έχει την δυνατότητα παραγωγής 500 τόνων την ημέρα με στόχο την σταδιακή αύξηση 800 τον/μέρα. Εφόσον υπάρξει αναγνώριση του λαδιού από το Ελληνικό κράτος, ως βιοντήζελ, τότε το προϊόν θα διοχετευθεί στην Ελληνική αγορά, αλλιώς θα εξαχθεί εξολοκλήρου στην Ευρωπαϊκή αγορά.

Αξίζει να σημειωθεί πως σήμερα στην Ελλάδα καλλιεργούνται περίπου 5000 στρέμματα ελαιοκράμβης, εκ των οποίων οι 4000 διοχετεύονται προς τα "Ελληνικά βιοκαύσιμα". Στόχος είναι τα 1500000 στρ. έως το 2010.

1.2. Οφέλη της βιοενέργειας



Η βιοενέργεια έχει τα ακόλουθα οφέλη:

- Η βιομάζα μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως πηγή ενέργειας κατά τρόπο αόριστο επειδή η φυτική ύλη ανανεώνεται συνεχώς από τη φωτοσύνθεση σε έναν σύντομο αναγεννησιακό κύκλο.
- Λόγω του σύντομου κύκλου της βιομάζας, η χρήση της βιοενέργειας δεν αυξάνει το ατμοσφαιρικό διοξείδιο του άνθρακα, ένα από τα αέρια του φαινομένου του θερμοκηπίου που θεωρείται η σημαντικότερη αιτία της παγκόσμιας αύξησης της θερμοκρασίας λόγω του φαινομένου του θερμοκηπίου. Στην πραγματικότητα, μπορεί πραγματικά να μειώσει το ποσό μεθανίου - ένα άλλο πιο ισχυρό αέριο του φαινομένου του θερμοκηπίου - που εκπέμπεται από την αποσύνθεση της φυτικής ύλης.
- Η βιοενέργεια ασκεί γενικά θετική επίδραση στην τοπική οικονομία. Τα βιολογικά καύσιμα είναι ογκώδη και έχουν χαμηλής ενέργειας πυκνότητα και έτσι δεν είναι οικονομικό να μεταφερθούν σε μεγάλες αποστάσεις. Κατά συνέπεια, τα χρήματα που ξοδεύονται για να αγοράσουν τα βιολογικά καύσιμα παραμένουν γενικά στην τοπική περιοχή.
- Περισσότερες τοπικές εργασίες δημιουργούνται και οι υλικές απαιτήσεις αυξάνονται επειδή περισσότερη εργασία απαιτείται για να χειριστεί τα καύσιμα που γίνονται από τη βιομάζα και απαιτούνται πιο εκτενείς μηχανικές δομές.
- Η χρήση της βιομάζας παρέχει σημαντικά οφέλη σε άλλες τοπικές βιομηχανίες. Παραδείγματος χάριν, η αφαίρεση των νεκρών, ασθενών ή χαμηλής ποιότητας δέντρων από τα δάση για την παραγωγή καυσίμων προετοιμάζει την περιοχή για επαναφύτευση πολυτιμότερων ειδών δέντρων. Και η συλλογή του σανού ή του ενσιρώματος καλαμποκιού για τη μετατροπή

σε αιθανόλη παρέχει πρόσθετο εισόδημα για τα αγροκτήματα χωρίς επένδυση σε πρόσθετο εξοπλισμό.

- ο Τα υλικά βιομάζας είναι συχνά, προϊόντα αποβλήτων από τις υπάρχουσες βιομηχανικές δραστηριότητες που ειδικά θα ξεφορτώνονταν με ιδιαίτερο κόστος. Παραδείγματος χάριν, εάν καούν τα ακατάλληλα προς χρήση απόβλητα όπως ο φλοιός, τα απόβλητα κατασκευής και τα υπολλείματα δέντρων, μειώνεται η πίεση να επεκταθούν οι τοπικές περιοχές υλικών οδόστρωσης παράγοντας τη χρήσιμη ενέργεια
- ο Με την ανάπτυξη της βιομάζας για τη χρήση ως πηγή ενέργειας, μπορεί να βελτιωθεί το περιβάλλον. Γη που δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τις παραδοσιακές καλλιέργειες μπορεί να τεθεί στη χρήση για την παραγωγή βιομάζας για ενέργεια. Εάν φυτευτούν ταχέως αναπτυσσόμενα δέντρα στις εκτεθειμένες περιοχές εδάφους, μπορεί να αποτραπεί η διάβρωση, να κρατηθούν βροχοπτώσεις για τον καλύτερο έλεγχο πλημμύρων και παρέχεται το φύλλωμα για την οργανική ουσία που αυξάνει τις θρεπτικές ουσίες στο έδαφος. ([http16](http://16))

2. Ενεργειακές καλλιέργειες και βιοενέργεια - βιοκαύσιμα

Η βιοενέργεια είναι ανανεώσιμη ενέργεια που παρέχεται από υλικά που προέρχονται από βιολογικές πηγές. Υπό τη στενότερη έννοιά του είναι ένα συνώνυμο στα βιολογικά καύσιμα, καύσιμα που παράγονται από βιολογικές πηγές. Υπό την ευρύτερη έννοιά του καλύπτει επίσης τη βιομάζα, τα βιολογικά υλικά που χρησιμοποιούνται ως βιολογικά καύσιμα, καθώς επίσης και τους κοινωνικούς, οικονομικούς, επιστημονικούς και τεχνικούς τομείς που συνδέονται με τη χρησιμοποίηση των βιολογικών πηγών για την ενέργεια. Υπάρχει μια μικρή τάση της λέξης βιοενέργειας που ευνοείται στην Ευρώπη έναντι των βιολογικών καυσίμων στη



Βόρεια Αμερική. Στον όρο βιοενέργεια περιλαμβάνεται το βιοαέριο, το βιοντήζελ και τη βιοαιθανόλη. Από τα φυτά παράγεται το βιοντήζελ και η βιοαιθανόλη.

Το biodiesel αναφέρεται σε ένα αντίστοιχο του πετρελαίου, επεξεργασμένο καύσιμο που παράγεται από βιολογικές πηγές (όπως τα φυτικά έλαια) και μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε χωρίς τροποποιήσεις οχήματα diesel-μηχανών. Διακρίνεται έτσι από τα ευθέως φυτικά έλαια (straight vegetable oils-SVO) ή τα απόβλητα φυτικά έλαια (WVO) που χρησιμοποιούνται ως καύσιμα σε μερικά πετρελαιοκίνητα οχήματα. Το biodiesel αναφέρεται στους αλκυλικούς εστέρες που γίνονται από τρανσεστεροποίηση των φυτικών ελαίων ή των ζωικών λιπών. Το biodiesel είναι βιοδιασπάσιμο και μη τοξικό, και παράγει χαρακτηριστικά εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα περίπου 60% λιγότερες καθαρές εκπομπές CO₂ από το βασισμένο στο πετρέλαιο diesel, όπως παράγεται από το ατμοσφαιρικό διοξείδιο του άνθρακα μέσω της φωτοσύνθεσης στα φυτά.

Το καθαρό biodiesel είναι διαθέσιμο σε πολλούς σταθμούς αερίου στη Γερμανία. Μερικοί κατασκευαστές οχημάτων είναι θετικοί για τη χρήση του biodiesel, αναφέροντας τη χαμηλότερη ένδυση μηχανών ως ένα από τα οφέλη αυτών των καυσίμων. Εντούτοις, δεδομένου ότι το biodiesel είναι ένας καλύτερος διαλύτης από το τυποποιημένο diesel, «καθαρίζει» τη μηχανή, αφαιρώντας τις εναποθέσεις στις γραμμές καυσίμων, το οποίο μπορεί να προκαλέσει παρεμποδίσεις στους εγχυτήρες καυσίμων. Για αυτόν τον λόγο, οι κατασκευαστές αυτοκινήτων συστήνουν ότι το φίλτρο καυσίμων να αλλάζεται μερικούς μήνες μετά από τη μετατροπή στο biodiesel (αυτό το μέρος αντικαθίσταται συχνά οπωσδήποτε στην κανονική συντήρηση). Οι περισσότεροι κατασκευαστές δημιουργούν καταλόγους αυτοκινήτων που θα κινούνται 100% με biodiesel.

Το biodiesel μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμα θέρμανσης στους εσωτερικούς και εμπορικούς λέβητες. Οι υπάρχοντες λέβητες ελαίου μπορούν να απαιτήσουν τη μετατροπή για να τρέξουν στο biodiesel, αλλά η διαδικασία μετατροπής θεωρείται σχετικά απλή. Το biodiesel μπορεί να διανεμηθεί χρησιμοποιώντας τη σημερινή υποδομή, και η χρήση και η παραγωγή της αυξάνονται γρήγορα. Οι σταθμοί καυσίμων αρχίζουν να καθιστούν το biodiesel διαθέσιμο στους καταναλωτές, και ένας αυξανόμενος αριθμός στόλων μεταφορών το χρησιμοποιεί ως πρόσθετη ουσία στα καύσιμά τους. Στη Γερμανία, το biodiesel είναι γενικά φτηνότερο από το κανονικό diesel στους σταθμούς αερίου που πωλούν και τα δύο προϊόντα.

Το biodiesel είναι ένα ανοιχτό ή σκοτεινό κίτρινο υγρό. Είναι σχεδόν αδιάλυτο στο νερό, έχει υψηλό σημείο βρασμού και χαμηλή πίεση ατμού. Το χαρακτηριστικό biodiesel μεθυλικού εστέρα έχει σημείο ανάφλεξης ~ 150 °C (300 °F), καθιστώντας το μάλλον άφλεκτο. Το biodiesel έχει πυκνότητα ~ 0.88 g/cm³, λιγότερη από αυτή του νερού. Το biodiesel που δεν είναι μολυσμένο με το αρχικό υλικό μπορεί να θεωρηθεί ως μη τοξικό. Το biodiesel έχει ιξώδες παρόμοιο με το petrodiesel, ο τρέχων βιομηχανικός όρος για το diesel που παράγεται από το πετρέλαιο. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως πρόσθετη ουσία στις παρασκευές του diesel για να αυξήσει τη λιπαντικότητα των καθαρών Ultra-Low Sulfur Diesel (ULSD), τα οποία είναι συμφέροντα επειδή δεν έχει ουσιαστικά καμία περιεκτικότητα σε θείο. Ένα μεγάλο μέρος του κόσμου χρησιμοποιεί ένα σύστημα γνωστό ως παράγοντας «B» για να δηλώσει το ποσό biodiesel σε οποιοδήποτε μίγμα καυσίμων, σε αντίθεση με το σύστημα «BA» ή «E» που χρησιμοποιείται για τα μίγματα αιθανόλης. Παραδείγματος χάριν, τα καύσιμα που περιέχουν το biodiesel 20% ονομάζονται B20. Το καθαρό biodiesel αναφέρεται ως B100.

Το biodiesel είναι ανανεώσιμο καύσιμο που μπορεί να κατασκευαστεί από τα άλγη, τα φυτικά έλαια, τα ζωικά λίπη ή τα ανακυκλωμένα λίπη εστιατορίων και μπορεί να παραχθεί τοπικά στις περισσότερες χώρες. Είναι ασφαλές, βιοδιασπάσιμο και μειώνει τους ατμοσφαιρικούς ρύπους, όπως αιωρούμενα σωματίδια, το μονοξείδιο του άνθρακα και οι υδρογονάνθρακες. Τα μίγματα 20 με 80 τοις εκατό diesel ελαίου (B20) μπορούν γενικά να χρησιμοποιηθούν στις μηχανές diesel, χωρίς τροποποιήσεις. Το biodiesel μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί με την καθαρή μορφή του (B100), αλλά μπορεί να απαιτήσει ορισμένες τροποποιήσεις στις μηχανές για να αποφευχθούν τα προβλήματα συντήρησης και απόδοσης.

Το biodiesel μπορεί να χρησιμοποιηθεί με την καθαρή μορφή του (B100) ή μπορεί να συνδυαστεί με diesel ελαίου σε οποιαδήποτε συγκέντρωση στις περισσότερες σύγχρονες μηχανές diesel. Ο υψηλότερος δείκτης λιπαντικότητας του biodiesel έναντι του petrodiesel είναι ένα πλεονέκτημα και μπορεί να συμβάλει στη μακρύτερη ζωή εγχυτήρων καυσίμων.

Το καθαρό biodiesel μπορεί να χυθεί κατ' ευθείαν στη δεξαμενή οποιουδήποτε πετρελαιοκίνητου οχήματος. Όπως με το κανονικό diesel, το χαμηλής θερμοκρασίας biodiesel πωλείται κατά τη διάρκεια των χειμερινών μηνών για να αποτρέψει τα προβλήματα ιξώδους. Μερικές παλαιότερες μηχανές diesel έχουν ακόμα μέρη φυσικού λάστιχου που θα επηρεαστούν από το biodiesel, αλλά στην πράξη αυτά τα

λαστιχένια μέρη έπρεπε να έχουν αντικατασταθεί πολύ καιρό πριν. Το biodiesel χρησιμοποιείται από εκατομμύρια ιδιοκτήτες αυτοκινήτων στην Ευρώπη (ιδιαίτερα Γερμανία).

Η έρευνα που υποστηρίζεται από τους παραγωγούς ελαίου έχει βρει το diesel ελαίου καλύτερο για τις μηχανές αυτοκινήτων από το biodiesel. Αυτό έχει συζητηθεί από τους ανεξάρτητους οργανισμούς, που περιλαμβάνουν παραδείγματος χάριν το τμήμα περιβαλλοντικής συνείδησης της VOLKSWAGEN, οι οποίοι σημειώνουν ότι το biodiesel μειώνει την ένδυση μηχανών. Το καθαρό biodiesel παραχθέν "στο σπίτι" είναι σε χρήση από χιλιάδες οδηγούς που δεν έχουν δοκιμάσει την αποτυχία, εντούτοις, το γεγονός παραμένει ότι το biodiesel είναι ευρέως διαθέσιμο στα βενζινάδικα για λιγότερο από μια δεκαετία, και ως εκ τούτου θα εγκυμονούν περισσότερο κίνδυνο από τα παλαιότερα καύσιμα. Το biodiesel που πωλείται δημόσια τα διατηρεί τα υψηλά πρότυπα που καθορίζονται από τους εθνικούς οργανισμούς προτύπων.

Η στροφή της γεωργίας προς την ενέργεια των προϊόντων καθώς επίσης και στα τρόφιμα έχει γίνει ένας σημαντικός και καλά χρηματοδοτούμενος παγκόσμιος ερευνητικός στόχος καθώς τα αποθέματα του ελαίου μειώνονται και οι τιμές των καυσίμων αυξάνονται. Αλλά η χρήση της βιομάζας των καλλιεργειών – και του σπόρου και άλλων μερών του φυτού- ως πρώτη ύλη για την παραγωγή βιοενέργειας μπορεί να ανταγωνιστεί με τις παροχές τροφίμων και τροφών και αφαιρούν πολύτιμα φυτικά υπολείμματα που βοηθούν να διατηρηθεί η εδαφική παραγωγικότητα και δομή και να αποφευχθεί η διάβρωση. Η γεωργική έρευνα μπορεί να μετριάσει αυτές οι ανταλλαγές με την ενίσχυση των γνωρισμάτων βιομάζας διπλής χρήσεως καλλιεργειών, που αναπτύσσουν τις νέες καλλιέργειες βιομάζας για τα οριακά εδάφη όπου υπάρχει λιγότερος ανταγωνισμός με τις καλλιέργειες τροφίμων, και να αναπτυχθούν βιώσιμα συστήματα διαχείρισης ζωικού κεφαλαίου που εξαρτώνται λιγότερο από τα υπολείμματα βιομάζας για τις τροφές. Οι γεωπόνοι θα πρέπει να καθορίσουν τα ελάχιστα κατώτατα όρια των υπολειμμάτων των καλλιεργειών για τη βιώσιμη παραγωγή συστήματα καλλιέργειας ακριβείας, ειδικά στα βρόχινα συστήματα χαμηλής παραγωγής (αυτό παράγουν λιγότερο από 5-6 μετρικούς τόνους σπόρου και του σανού ανά εκτάριο), και για να καθιερώσουν το επίπεδο πρόσθετων υπολειμμάτων που μπορούν να αφαιρεθούν για άλλους λόγους, συμπεριλαμβανομένης της παραγωγής βιολογικών καυσίμων. Ενισχυμένη αύξηση ρίζας προσφέρει μια άλλη οδό για τη διατήρηση της εδαφικής οργανικής ουσίας. Η γεωργική έρευνα μπορεί επίσης να βοηθήσει τη βελτίωση της ενεργειακής

αποδοτικότητας των καλλιεργειών βιομάζας, που ενισχύουν την αξία τους ως ανανεώσιμες πηγές ενέργειας με τις χαμηλές καθαρές εκπομπές άνθρακα.

Οι ενεργειακές καλλιέργειες είναι παραδοσιακές καλλιέργειες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν και για την παραγωγή βιοκαυσίμων (ζαχαροκάλαμο και καλαμπόκι για βιοαιθανόλη, ηλίανθος για βιοντήζελ κ.λ.π.) είτε φυτά που δεν καλλιεργούνται, προς το παρόν, εμπορικά όπως ο μισχανθος, η αγριαγκινάρα, και το καλάμι που το τελικό τους προϊόν προορίζεται για την παραγωγή ενέργειας. Το κύριο πλεονέκτημα τους είναι ότι η σταθερή παραγωγή τους που μπορεί να εξασφαλίσει μεγάλης κλίμακας, μακροπρόθεσμα προμήθεια πρώτης ύλης, με ομοιόμορφα ποιοτικά χαρακτηριστικά σε μονάδες παραγωγής βιοκαυσίμων και ενέργειας. Ειδικά οι νέες καλλιέργειες παρουσιάζουν σημαντικά υψηλότερες αποδόσεις ανά εδαφική μονάδα ΦΕ σχέση με τις συμβατικές. Αυτές οι υψηλότερες αποδόσεις, βελτιώνουν την οικονομικότητά τους και ελαχιστοποιούν τις απαιτήσεις σε έδαφος, αγροχημικά, μεταφορικά και άλλες αρνητικές περιβαλλοντικές επιδράσεις (ΚΑΠΕ, 2006).

Λαμβάνοντας υπόψη τα πολλαπλά οφέλη της ενεργειακής αξιοποίησης της βιομάζας αλλά και τις ιδιαιτερότητες του Ελληνικού αγροτικού τομέα, οι καλλιέργειες αυτές αντιπροσωπεύουν μια ελκυστική λύση τόσο για την παραγωγή ενέργειας και υγρών βιοκαυσίμων όσο και για την αύξηση της ανταγωνιστικότητας του αγροτικού χώρου, την ενίσχυση της απασχόλησης και την προστασία του περιβάλλοντος.

2.1. Βιομάζα

Η βιομάζα με την ευρύτερη έννοια του όρου περιλαμβάνει οποιοδήποτε υλικό που προέρχεται από ζωντανούς οργανισμούς. Ο όρος αυτός περιλαμβάνει μία μεγάλη ποικιλία υλικών (υπολείμματα ή παραπροϊόντα φυτικής ή ζωικής προέλευσης) και σε τελευταία ανάλυση κάθε γεωργική παραγωγή είναι βιομάζα. Ειδικότερα η βιομάζα για ενεργειακούς σκοπούς περιλαμβάνει κάθε τύπο που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή στερεών, υγρών και αέριων καυσίμων (ΚΑΠΕ, 2006).



Στην πράξη υπάρχουν δύο τύποι βιομάζας. Πρώτον οι υπολειμματικές μορφές (τα κάθε είδους φυτικά υπολείμματα, ζωικά απόβλητα και τα απορρίμματα) και δεύτερον η βιομάζα, η οποία παράγεται από ενεργειακές καλλιέργειες.

Οι υπολειμματικές μορφές βιομάζας διακρίνονται σε τρεις κύριες κατηγορίες:

- Υπολείμματα που παραμένουν στον αγρό ή το δάσος μετά τη συγκομιδή του κυρίου προϊόντος. Τέτοιου είδους υπολείμματα είναι το άχυρο σιτηρών, τα βαμβακοστελέχη, τα κλαδοδέματα κ.λ.π.
- Υπολείμματα γεωργικών και δασικών βιομηχανιών όπως ελαιοπυρήνες, υπολείμματα εκκοκκισμού, πριονίδια κ.λ.π.
- Απορρίμματα βιομηχανικών και αστικών αποβλήτων.

Η βιομάζα αποτελεί σπουδαιότατη πηγή ενέργειας που λόγω των αυξανόμενων ενεργειακών αναγκών και της κατανόησης περιβαλλοντικών προβλημάτων καλείται πλέον να αντικαταστήσει σε μεγάλο βαθμό τα ορυκτά καύσιμα σύμφωνα με διεθνή πρωτόκολλα και ευρωπαϊκά προγράμματα. Πράγματι η βιομάζα έχει ένα τεράστιο δυναμικό που ισοδυναμεί με το δεκαπλάσιο της ενέργειας που καταναλώνεται παγκοσμίως για εμπορικούς σκοπούς και το διακοσιαπλάσιο της ενέργειας που χρησιμοποιείται για παραγωγή τροφής, πρακτικά χωρίς καμία περιβαλλοντική επιβάρυνση αναφορικά με το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Έτσι μέχρι το 2020, η ενεργειακή γεωργία προβλέπεται να καλύπτει περί το 31,1 % των εναλλακτικών πηγών ενέργειας, ενώ η ενέργεια μεταφορών στην Ελλάδα και την Ευρωπαϊκή Ένωση θα καλύπτεται από ανανεώσιμες πηγές κατά ποσοστά που υπερβαίνουν το 2% το 2006 και το 5,75% το 2010 (Δαναλάτος, 2006).

Σύμφωνα με πολυάριθμες μελέτες, η βιομάζα μελλοντικά θα καλύπτει το 10-50% των παγκόσμιων αναγκών πρωτογενούς ενέργειας, ποσοστό που θα εξαρτηθεί από παράγοντες όπως η διαθεσιμότητα των πόρων, το κόστος της βιομάζας ως πρώτη ύλη, την τεχνολογική ανάπτυξη και το κόστος των μεθόδων μετατροπής της βιομάζας σε ενέργεια, καθώς και από κοινωνικούς παράγοντες (Hoogwijk et al., 2005). Διάφορα σενάρια και μελέτες προβλέπουν ότι, κατά τη διάρκεια του αιώνα που διανύουμε, το 25-100% των σημερινών ποσοτήτων ενέργειας (100-400 EJ) θα μπορούσε να καλυφθεί με τη χρήση βιομάζας (Faaij, 2006). Επίσης σύμφωνα με τη Λευκή Βίβλο, το 8% της ηλεκτρικής ενέργειας θα πρέπει να προέρχεται από βιομάζα το 2010 (Panopoulos και Koukios, 2001).

Όμως παρά τη βελτιωμένη τεχνολογία στον ευρύτερο αγροτικό τομέα, η οικονομική βιωσιμότητα των ενεργειακών καλλιεργειών ήταν αβέβαιη κάτω από τις επικρατούσες συνθήκες αγοράς, ενώ από την άλλη πλευρά είναι προφανής η ανάγκη για αντικατάσταση των παραδοσιακών καλλιεργειών λόγω της σημαντικής μείωσης του γεωργικού εισοδήματος με τη μείωση των τιμών, την ελαχιστοποίηση των επιδοτήσεων και την αύξηση του κόστους παραγωγής (άρδευση, λίπανση, φυτοπροστασία κ.λ.π.). Επίσης οι παραδοσιακές μονοκαλλιέργειες ευθύνονται για σημαντικές περιβαλλοντικές εκροές. Είναι απόλυτα κατανοητό, ότι οποιοσδήποτε σχεδιασμός και ανάλυση εναλλακτικών σεναρίων χρήσης γης αναφορικά με την εισαγωγή εναλλακτικών καλλιεργειών φιλικών προς το περιβάλλον, βασίζονται σε ποσοτικές εκτιμήσεις των δυναμικών παραγωγής των καλλιεργειών αυτών κάτω από τις συγκεκριμένες εδαφοκλιματικές συνθήκες και τις απαιτούμενες εισροές για την υλοποίηση των δυναμικών αυτών, έτσι ώστε να μπορούν να προσδιοριστούν οι λόγοι κόστους / απόδοσης. Έτσι δίδεται ιδιαίτερη έμφαση σε μη διατροφικές καλλιέργειες πολλαπλών χρήσεων και αυξημένη οικονομική βιωσιμότητα που θα εξασφαλίσουν την εναλλακτική χρήση του εδάφους και το γεωργικό εισόδημα.

2.2. Είδη ενεργειακών καλλιεργειών

Οι ενεργειακές καλλιέργειες είναι καλλιεργούμενα ή αυτοφυή είδη, τα οποία παράγουν βιομάζα ως κύριο προϊόν, που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για διάφορους ενεργειακούς σκοπούς όπως η παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρικής ενέργειας, παραγωγή υγρών βιοκαυσίμων κ.λ.π.

Οι παραδοσιακές καλλιέργειες των οποίων το τελικό προϊόν θα χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ενέργειας και βιοκαυσίμων θεωρούνται επίσης ενεργειακές καλλιέργειες. Σε αυτή την κατηγορία ανήκουν το σιτάρι (*Triticum aestivum* L), το κριθάρι (*Hordeum sativum / vulgare* L.), ο αραβόσιτος (*Zea mays* L.), τα ζαχαρότευτλα (*Beta vulgaris* L) και ο ηλιάνθος, όταν χρησιμοποιούνται για την παραγωγή υγρών βιοκαυσίμων (βιοαιθανόλη και βιοντήζελ).

Οι νέες ενεργειακές καλλιέργειες συμπεριλαμβανομένου είδη με υψηλή παραγωγικότητα σε βιομάζα διακρίνονται σε ετήσιες και πολυετείς.

Δασικές πολυετείς καλλιέργειες: Ευκάλυπτος (*Eucalyptus globules Labill*, *Eucalyptus camaldulfensis Dehn*) Ψευδακακία (*Robinia Pseudacacia L.*), λεύκη (*P. deltoides*), κλπ.

Πολυετείς γεωργικές ενεργειακές καλλιέργειες: Καλάμι (*Arundo donax L.*), Μίσχανθος (*Miscanthus giganteus*). Αγριαγκινάρα *Cynara cardunculus L*), Switcgrass (*Panicum vigratum*).

Ετήσιες γεωργικές ενεργειακές καλλιέργειες: Γλυκό και χορτοδοτικό σόργο (*Sorghum bicolor L*), Κενάφ (*Hibiscus cannubinus L*), Ελαιοκράμβη (*Brassica napus / carinata*), Ηλίανθος (*Helianthus anuus L*).

2.3. Περιβαλλοντικά οφέλη από την ανάπτυξη ενεργειακών καλλιεργειών

Η αξιοποίηση της βιομάζας για παραγωγή ενέργειας παρουσιάζει σημαντικά πλεονεκτήματα καθώς είναι υλικό ανεξάντλητο, όντας η ίδια μια «αποθήκη» ηλιακής ενέργειας. Ακόμη, θεωρείται καύσιμο «CO₂ — ουδέτερο» αφού το CO₂ που παράγεται κατά την καύση τους, δεσμεύεται και πάλι από τα φυτά με τη φωτοσύνθεση, ενώ συμμετέχει πολλαπλά στο ισοζύγιο του 002 δίνοντας τη δυνατότητα δέσμευσης άνθρακα σε οργανική μορφή (στα φυτά και τους άλλους οργανισμούς) και εξοικονόμησης ισοδύναμου ποσού CO₂.

Τα περιβαλλοντικά οφέλη σχετικά με την ανάπτυξη των ενεργειακών καλλιεργειών είναι:

- > **Θετική συνεισφορά σχετικά με το φαινόμενο του θερμοκηπίου.** Η αντικατάσταση των ορυκτών καυσίμων με βιομάζα που είναι ουδέτερα σε εκπομπές 002 καθώς η ποσότητα του 002 που απελευθερώνεται στην ατμόσφαιρα μετά την καύση της, αφομοιώνεται από το φυτό κατά την φωτοσύνθεση.
- > **Προστασία έναντι της διάβρωσης του εδάφους.** Το πλούσιο υπέργειο τμήμα και το ριζικό σύστημα των ενεργειακών καλλιεργειών (ειδικά των πολυετών), ελαχιστοποιεί τις δυσμενείς επιπτώσεις της διάβρωσης του εδάφους και βελτιώνει τη δομή του.

- > *Διαχείριση νερού.* Στο πλαίσιο της ενεργειακής γεωργίας δίνεται η ευκαιρία να επιλεγούν είδη που αξιοποιούν το νερό αποδοτικά, ή και σε πολλές περιπτώσεις είδη που αξιοποιούν τις χειμερινές βροχοπτώσεις για την ανάπτυξη τους και δεν απαιτούν επιπλέον άρδευση, παρουσιάζοντας ικανοποιητική ανάπτυξη και παραγωγικότητα σε βιομάζα. Η αγριαγκινάρα μπορεί να καλλιεργηθεί ξηρικά και να αντικαταστήσει τα χειμερινά σιτηρά όπως το σιτάρι και το κριθάρι. Άλλα φυτά, όπως ο ευκάλυπτος και το καλάμι, μπορούν να αναπτυχθούν ικανοποιητικά χωρίς άρδευση, αν και όταν αρδεύονται η παραγωγή τους σε βιομάζα είναι υψηλότερη.
- > *Χαμηλές εισροές σε λιπάσματα.* Οι ενεργειακές καλλιέργειες απαιτούν χαμηλότερα επίπεδα λίπανσης σε σχέση με τα ετήσια φυτά που προορίζονται για τροφή και μπορούν να συντελέσουν στην προστασία του περιβάλλοντος με μείωση της χρήσης λιπασμάτων.
- > *Μείωση της χρήσης φυτοφαρμάκων.* Οι ενεργειακές καλλιέργειες παρουσιάζουν υψηλή φυτοκάλυψη και με την εγκατάστασή τους στον αγρό περιορίζουν την ανάπτυξη ζιζανίων. Επιπροσθέτως, δεν προσβάλλονται από σοβαρές ασθένειες και έντομα και ως εκ τούτου, η χρήση μυκητοκτόνων και εντομοκτόνων είναι πολύ μικρή.
- > *Εκμετάλλευση εδαφών χαμηλής γονιμότητας.* Οι ενεργειακές καλλιέργειες μπορούν να αποτελέσουν εναλλακτικές λύσεις σε εγκαταλελειμμένες περιοχές χαμηλής γονιμότητας καθώς προσαρμόζονται εύκολα και αποδίδουν ικανοποιητικά σε μεγάλο εύρος εδαφών.

2.4. Κοινωνικο-οικονομικά οφέλη από την ανάπτυξη ενεργειακών καλλιεργειών

Εκτός από τα προαναφερθέντα οφέλη, οι ενεργειακές καλλιέργειες μπορούν να φέρουν μια μικρή επανάσταση στον αγροτικό κόσμο και να αποτελέσουν αιτία αναγέννησης της αγροτικής υπαίθρου. Τα νέα οικονομικά δεδομένα, η καθετοποίηση στην παραγωγή του τελικού προϊόντος και οι συνεχώς αυξανόμενες ανάγκες σε εναλλακτικές μορφές καθαρής ενέργειας, θα εξαφανίσουν τα αρνητικά σενάρια εγκατάλειψης - ερημοποίησης των χωραφιών καθώς και τον μαρασμό των περιοχών

της περιφέρειας. Τώρα δημιουργούνται προοπτικές βιώσιμης ανάπτυξης, ανασυγκρότησης και ανασύστασης της παραδοσιακής γεωργίας και των εμπλεκόμενων σε αυτήν.

Συγκεκριμένα τα κοινωνικο-οικονομικά οφέλη από την ανάπτυξη των ενεργειακών καλλιεργειών είναι:

- > *Προσφορά εναλλακτικών καλλιεργητικών λύσεων.* Οι ενεργειακές καλλιέργειες μπορούν να προσφέρουν εναλλακτικές λύσεις για τους αγρότες, λαμβάνοντας υπόψη ότι ήδη υπάρχουν κάποια είδη επιδοτήσεων.
- > *Ενδυνάμωση του γεωργικού χώρου.* Με την ανάπτυξη καλλιεργειών για ενέργεια, θα δημιουργηθεί ανάγκη για προμήθεια νέων ποικιλιών, βελτίωση καλλιεργητικών μεθόδων και εξοπλισμού, που θα υποστηρίξουν την παραγωγή και αποθήκευση των νέων φυτών. Αυτό θα δώσει ώθηση στη φθίνουσα γεωργική οικονομία και θα οδηγήσει στην ανάπτυξη της εγχώριας γεωργικής βιομηχανίας.
- > *Αύξηση του αγροτικού εισοδήματος.* Η διείσδυση των ενεργειακών καλλιεργειών στην εσωτερική αγορά μπορεί να εξασφαλίσει ικανοποιητικό αγροτικό εισόδημα σε σχέση με ορισμένες συμβατικές καλλιέργειες και να ενισχύσει τη διαφοροποίηση των δραστηριοτήτων των γεωργών.
- > *Μείωση των περιφερειακών ανισοτήτων και αναζωογόνηση των λιγότερο ανεπτυγμένων γεωργικών οικονομιών.* Η παραγωγή και εκμετάλλευση των ενεργειακών καλλιεργειών θα συντελέσει στην ανάπτυξη οικονομικών δραστηριοτήτων στις αγροτικές περιοχές. Η εισροή επομένως, νέων κεφαλαίων θα βελτιώσει τη ζωή των τοπικών κοινωνιών και θα στηρίξει την ανάπτυξη σε λιγότερο ανεπτυγμένες περιοχές της χώρας.
- > *Εξασφάλιση αειφόρου περιφερειακής ανάπτυξης.* Η δημιουργία αγοράς για παραγωγή βιοκαυσίμων, θερμότητας και ηλεκτρισμού στην περιφέρεια, θα συμβάλλει στην παραμονή του πληθυσμού στις αγροτικές περιοχές, με τη δημιουργία νέων θέσεων εργασίας και την εξασφάλιση πρόσθετων εισοδημάτων στην τοπική κοινωνία.

- > *Μείωση της εξάρτησης από το πετρέλαιο.* Η χρήση καλλιεργειών για ενεργειακούς σκοπούς οδηγεί στην ανάπτυξη στρατηγικών εθνικών προϊόντων και ελαττώνει την εξάρτηση από τις εισαγωγές πετρελαίου.

2.5. Υγρά βιοκαύσιμα

Σήμερα ο όρος βιοκαύσιμα χρησιμοποιείται συνήθως για υγρά καύσιμα που προέρχονται από βιομάζα και μπορούν να χρησιμοποιηθούν στον τομέα των μεταφορών. Τα πιο συνηθισμένα στο εμπόριο είναι το βιοντήζελ και η βιοαιθανόλη.

Τα βιοκαύσιμα είναι φιλικότερα προς το περιβάλλον από τα συμβατικά καύσιμα γιατί έχουν λιγότερες εκπομπές ρύπων, χρησιμοποιούν ανανεώσιμες πρώτες λες και συμβάλλουν στη μείωση των εισαγωγών συμβατικών καυσίμων και στην ενεργειακή αυτονομία της χώρας.

Το Μάιο του 2003, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή υιοθέτησε νέα οδηγία (2003/30/EK) σχετικά με την προώθηση της χρήσης βιοκαυσίμων ή άλλων ανανεώσιμων καυσίμων για τις μεταφορές. Η οδηγία θέτει συγκεκριμένα ελάχιστο ποσοστό βιοκαυσίμων σε αντικατάσταση του ντήζελ και της βενζίνης, το οποίο θα τεθεί σε ισχύ από το 2005. τα προτεινόμενα ποσοστά για τη διείσδυση των βιοκαυσίμων στα καύσιμα μεταφορών, είναι: 2005 -> 2%, 2006 -> 2,75%, 2007 -> 3,5%, 2008 -> 4,25%, 2009 -> 5% και το 2010 -> 5,75% (ΚΑΠΕ, 2006).

Η συνδυασμένη Ευρωπαϊκή παραγωγή (ΕΕ25) για το έτος 2003 και των δύο αυτών βιοκαυσίμων ανήλθε σε 1.950.140 τόνους. Επιπλέον παρήχθησαν 828.040 τόνοι ΕΤΒΕ (αιθυλο-τριτοταγής βουτυλ-αιθέρας).

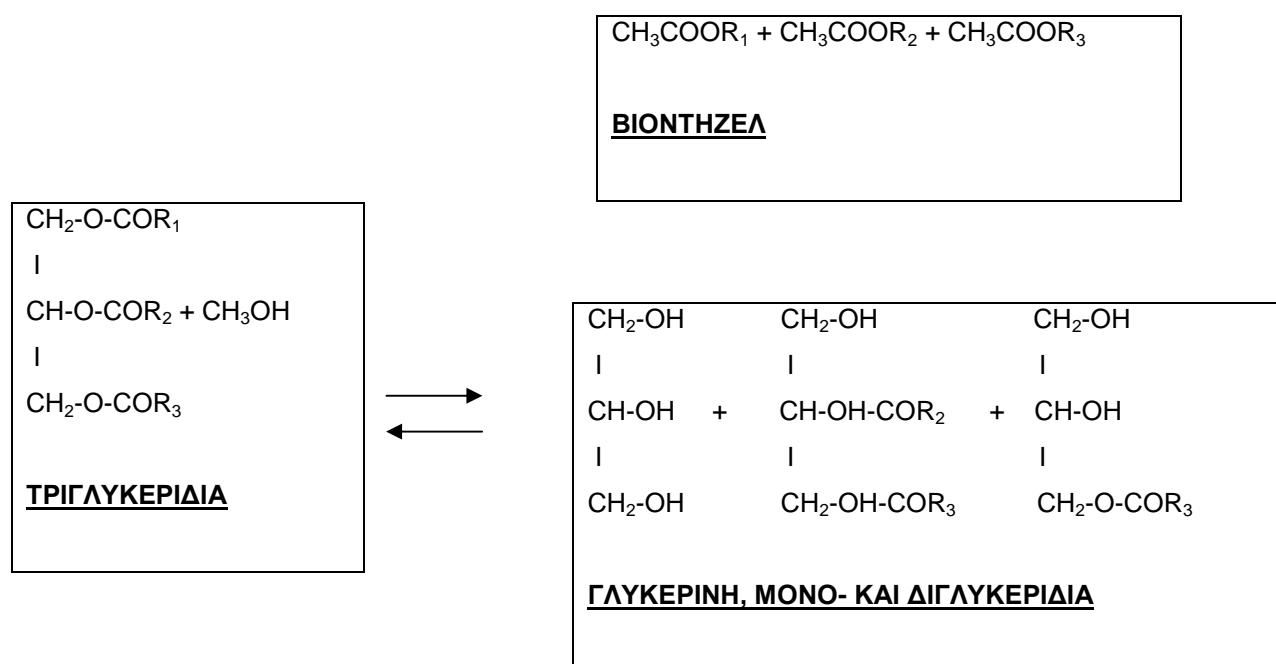


2.5.1. Βιοντήζελ

Το βιοντήζελ είναι μεθυλεστέρας ο οποίος παράγεται κυρίως από ελαιούχους σπόρους (ηλίανθος, ελαιοκράμβη κ.λ.π.) και μπορεί να χρησιμοποιηθεί είτε μόνο του ή σε μείγμα με ντήζελ σε πετρελαιοκινητήρες.

Όσον αφορά την καλλιέργεια της ελαιοκράμβης η παραγωγή βιοντήζελ από το ακατέργαστο φυτικό υλικό απαιτεί συγκεκριμένα βήματα. Το έλαιο της ελαιοκράμβης μπορεί άμεσα να αποκομισθεί με σύνθλιψη του σπόρου με τη μέθοδο της ψυχρής σύνθλιψης να είναι η πιο φτηνή και πιο απλή (Cvengros and Ponvazanee, 1996). Μόλις εξαχθεί το ακατέργαστο έλαιο, φιλτράρεται, συλλέγεται σε δεξαμενές και περιοδικά αντλείται σε ένα αντιδραστήρα αναταραχής.

Ο κύριος τρόπος παραγωγής του βιοντήζελ είναι η μετεστεροποίηση των φυτικών ελαίων. Αυτή η διεργασία είναι η οικονομικότερη και με τη μεγαλύτερη απόδοση και λαμβάνει χώρα σε χαμηλές θερμοκρασίες και πιέσεις. Η μετεστεροποίηση είναι η αντίδραση των τριγλυκεριδίων (ζωικών ή φυτικών) με αλκοόλη για το σχηματισμό εστέρων και γλυκερίνης (Κάρναβος, 2006). Η αντίδραση της εστεροποίησης καταλύεται από ένα αλκάλιο, ένα οξύ ή μέσω ενζυμικών δράσεων και είναι η παρακάτω:



Κατά την φάση της προετοιμασίας του μίγματος των συστατικών της παραπαπάνω αντίδρασης, θα πρέπει να ληφθούν μέτρα για την αποφυγή της παρουσίας νερού, η οποία μπορεί να προκαλέσει σαπωνοποίηση. Ο καταλύτης (συνήθως κάποια αλκαλική βάση) αναμιγνύεται με την αλκοόλη και στη συνέχεια φορτώνονται στον αντιδραστήρα με την πρώτη ύλη. Η αντίδραση λαμβάνει χώρα σε θερμοκρασία 70°C και διαρκεί περίπου οκτώ ώρες. Μετά τη μεταφορά από τον αντιδραστήρα αναταρραχής στον τελικό αντιδραστήρα, μικρά ποσά συγκεντρωμένου φωσφορικού οξέος προστίθενται στους ακατέργαστους μεθυλικούς εστέρες για να διασπάσουν τα υπολείμματα του καταλύτη. Το υδροξείδιο αμμωνίου προστίθεται έπειτα για να εξουδετερώσει οποιαδήποτε υπολείμματα ελεύθερων λιπαρών οξέων ή φωσφορικό οξύ. Κατά την αντίδραση σχηματίζεται γλυκερίνη, η οποία ως βαρύτερη του βιοντήζελ διαχωρίζεται είτε με καθίζηση είτε με φυγοκέντρωση. Στη συνέχεια το βιοντήζελ ξεπλένεται με ζεστό νερό για την απομάκρυνση τυχόν υπολειμμάτων σαπώνων ή καταλύτη και κατόπιν ξηραίνεται.

Η Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ25) είναι ο κύριος παραγωγός βιοντήζελ σε παγκόσμιο επίπεδο. Η αντίστοιχη παραγωγή σε βιοκαύσιμα ανήλθε σε 1.504.000 τόνους για το έτος 2003 και προέρχονταν από εννέα χώρες της ΕΕ25 (οχτώ από την ΕΕ 15 και την Τσεχία από τα νέα κράτη μέλη). Αξίζει να σημειωθεί ότι η παραγωγή βιοντήζελ παρουσίασε μέση ετήσια αύξηση 34,5% για την περίοδο 1992-2003, η οποία αντιστοιχεί σε επίπεδα παραγωγής 26 φορές μεγαλύτερη από αυτή του 1992.

Από τις παραγωγούς χώρες ηγετικό ρόλο έχει η Γερμανία. Η δυναμικότητα παραγωγής του 2003-2004 (1.100.000 τόνοι) είναι 58,9% περισσότερη από την αντίστοιχη του 2002. Η ραγδαία εξέλιξη οφείλεται στην ευνοϊκή νομοθεσία και στις χαμηλές τιμές των φυτικών λαδιών σε συνδυασμό με την υψηλή τιμή του ντήζελ.

Το 2006 η παγκόσμια παραγωγή ανήλθε σε 5,4 εκατομμύρια λίτρα με πρώτη χώρα παραγωγής τη Γερμανία (2,2 εκατομμύρια λίτρα), δεύτερη οι ΗΠΑ και η Ιταλία από (0,75 εκατομμύρια λίτρα η έκαστη), και στη συνέχεια οι χώρες της Ε.Ε και οι λοιπές χώρες με 0,69 εκατομμύρια λίτρα αντίστοιχα (Ενωση Ανανεώσιμων καυσίμων, Διεθνής Υπηρεσία Ενέργειας, όπως αναφέρεται στην εφημερίδα το Βήμα, 20/5/2007, σελ. Β14).

2.5.2. Βιοαιθανόλη

Η βιοαιθανόλη είναι ευρέως παραγόμενο βιοκαύσιμο με περισσότερο από 18,3 εκατομμύρια τόνους παγκόσμια παραγωγή το 2003 (κυρίως σε δύο χώρες, Βραζιλία και ΗΠΑ). Η Βραζιλία είναι η κύρια παραγωγός χώρα (9,9 εκατομμύρια το 2003, κυρίως από ζαχαροκάλαμο). Στις ΗΠΑ, το Υπουργείο Γεωργίας (United States Department of Agriculture, USDA) καταμέτρησε ότι η παραγωγή βιοαιθανόλης κυρίως από αραβόσιτο προσέγγιζε τα 8,4 εκατομμύρια τόνους το 2003.

Το έτος 2004 η αμερικανική παραγωγή αυξήθηκε στους 10,3 εκατομμύρια τόνους ενώ αντίστοιχα δεδομένα της ΕΕ25 είναι πολύ μικρότερα. Το 2003 η παραγωγή αιθανόλης ανήλθε σε 446.610 τόνους έναντι των 387.960 τόνων το 2002 (με μια αύξηση 14% που οφείλεται κυρίως στην Πολωνία - 65.660 τόνους το 2002 και 31.640 τόνους το 2003) (Biofuels Barometer - June 2004, EUROBSERVER).

Τα σύγχρονα δεδομένα καταδεικνύουν ότι η παγκόσμια παραγωγή βιοαιθανόλης το 2006 προσέγγισε τα 51.061 εκατομμύρια λίτρα. Οι κύριες χώρες παραγωγής ήταν οι ΗΠΑ -7 18.378, Βραζιλία -7 17.000, Κίνα -7 3.850, Ινδία -7 1.900 και λοιποί 9.933 εκατομμύρια λίτρα (Renewable Fuels Association, news reports, EIA όπως αναφέρεται στην Εφημερίδα Πρώτο Θέμα, 22/7/2007, Business stories, σελ. 18).

Ο κύριος τρόπος παραγωγής της βιοαιθανόλης είναι η ζύμωση των αμυλούχων - σακχαρούχων συστατικών για την παραγωγή αιθανόλης και ο διαχωρισμός της από τα λοιπά συστατικά με απόσταξη. Τα τελευταία χρόνια υπάρχει έντονη ερευνητική δραστηριότητα για την παραγωγή βιοαιθανόλης από λιγνοκυτταρινούχες πρώτες ύλες (άχυρο, ξύλο, υπολείμματα στελεχών ελαιοκράμβης).

Η βιοαιθανόλη έχει πολύ περισσότερα οκτάνια από τη συμβατική βενζίνη (περίπου 115). Για το λόγο αυτό δεν χρησιμοποιείται αυτούσια σε συμβατικούς κινητήρες, παρά μόνο διάφορα μίγματα αυτής και της συμβατικής βενζίνης (γνωστή και ως βενζινόλη). Οι περισσότερες σύγχρονες μηχανές που κατασκευάζονται μπορούν να δεχτούν μείγματα βιοαιθανόλης ως καύσιμο χωρίς κάποια τροποποίηση.

2.5.3. Σύγκριση βιοντήζελ και πετρελαίου

Το βιοντήζελ αποδίδει πολύ όμοια με το πετρέλαιο από την άποψη της δύναμης, της ροπής, και της αποδοτικότητας καυσίμων και δεν απαιτεί σημαντικά κατιόντα modifi μηχανών. Περιέχει περίπου 12 τοις εκατό λιγότερη ενέργεια από το πετρέλαιο (βιοντήζελ = 37 megajoules ανά χιλιόγραμμα, πετρέλαιο = 42 megajoules ανά χιλιόγραμμα). Αυτό αντισταθμίζεται μερικώς από μία μέση ανάπτυξη επτά τοις εκατό στην αποδοτικότητα καύσης του βιοντήζελ. Καμία συνολικά αντιληπτή μείωση στην απόδοση δεν σημειώνεται για τα περισσότερα οχήματα που χρησιμοποιούν βιοντήζελ, ακόμα κι αν, κατά μέσον όρο υπάρχει πέντε τοις εκατό λιγότερη ροπή, δύναμη και αποδοτικότητα. (Tickell, Joshua, 2000)

Το βιοντήζελ θεωρείται ασφαλέστερο καύσιμο από το πετρέλαιο. Έχει ένα υψηλό σημείο ανάφλεξης άνω των 300⁰ F (150°C), έναντι των 125° F (52°C) για το πετρέλαιο. Το σημείο ανάφλεξης είναι η θερμοκρασία στην οποία ο ατμός των καυσίμων μπορεί να αναφλεχτεί. Το βιοντήζελ έχει επίσης ένα σχετικά υψηλό σημείο βρασμού και θεωρείται γενικά ασφαλέστερο στο χειρισμό. Τα σύγχρονα καύσιμα πετρελαίου εγχέονται σε ένα ιδιαίτερα συμπιεσμένο χώρο όπου η καύση γίνεται χωρίς σπινθήρα. Το βιοντήζελ αντιδρά γρηγορότερα με τη λιγότερη καθυστέρηση καύσης από τα περισσότερα καύσιμα πετρελαίου και επομένως, ορίζεται από ένα υψηλότερο δεκαεξάνιο - μέτρο της ποιότητας ανάφλεξης. Πολλά από τα οφέλη εκπομπής του βιοντήζελ προέρχονται από την υψηλή ποιότητα ανάφλεξης του, (peterson, Charles L.,2005).

2.5.4. Ενεργειακό ισοζύγιο του βιοντήζελ σε σύγκριση με την αιθανόλη και το πετρέλαιο

Το ενεργειακό ισοζύγιο είναι "μία σύγκριση της ενέργειας που αποθηκεύεται σε ένα καύσιμο σε σχέση με την ενέργεια που απαιτείται για να αναπτυχθεί, να επεξεργαστεί και να συνεισφέρει το καύσιμο αυτό." (Tickell, Joshua, 2000) Στην περίπτωση αυτή χρησιμοποιούμε τις συνηθέστερα αναφερόμενες στατιστικές ενεργειακού ισοζυγίου που είναι διαθέσιμες.

Το βιοντήζελ παρέχει ένα θετικό ενεργειακό ισοζύγιο, σύμφωνα με τις περισσότερες πηγές: για κάθε μονάδα της ενέργειας που απαιτείται για να παραχθεί το βιοντήζελ, κερδίζονται 2,5 έως 3,2 μονάδες της ενέργειας. Συνολικά, το βιοντήζελ έχει την υψηλότερη ενεργειακή παραγωγή σε σχέση με οποιαδήποτε άλλα υγρά καύσιμα. Σύμφωνα με το Minnesota Department of Agriculture Web site (Groschen, Ralph, 2005). Το βιοντήζελ παρέχει μία ενεργειακή απόδοση 3,2, ενώ βιοαιθανόλη 1,34. Το πετρέλαιο αντίστοιχα παρέχει μία ενεργειακή απόδοση 0.843.

2.5.5. Επιλογές βελτίωσης καλλιεργειών που εξετάζουν ανάγκες βιολογικών καυσίμων

Τα γεωργικά βιολογικά καύσιμα είναι αυτήν την περίοδο βασισμένα στην παραγωγή αιθανόλης από τη σακχαρόζη ή το άμυλο που προήλθε από φυτική βιομάζα ή σπόρο και στο biodiesel από την αμεσότερη χρήση των φυτικών ελαίων και των ζωικών λιπών. Η αιθανόλη έχει μια αναλογία μεγάλου αριθμού οκτανίων και μπορεί να συνδυαστεί σε χαμηλές αναλογίες με τη βενζίνη για την άμεση χρήση σε μηχανές εσωτερικής καύσεως.

Περαιτέρω, υπάρχει τεράστια δυνατότητα να αναπτυχθούν συστήματα βιοενέργειας βασισμένα στην куτταρίνη. Η βιομάζα φυτών είναι μια άφθονη και η ανανεώσιμη πηγή υδρογονανθράκων, και οι καλλιέργειες μπορούν να παράγουν περισσότερη куτταρίνη ανά εκτάριο από τη σακχαρόζη ή το άμυλο. Οι βελτιωτές φυτών πρέπει να έχουν στόχο την παραγωγή βιομάζας υψηλής πυκνότητας (παραδείγματος χάριν, 15 τόνοι ανά εκτάριο στον αραβόσιτο) παρά να ανταγωνίζονται με τα υπολείμματα καλλιεργειών και τη δασική παραγωγή για την παροχή υλικών στα куτταρινικά βιοδιυλιστήρια. Η προκαταρκτική έρευνα παρουσιάζει σημαντική γενετική παραλλακτικότητα μεταξύ του αραβόσιτου και ποικιλίες σόργου (καφετιές μεταλλάξεις νευρώσεων) για την περιεχόμενη куτταρίνη και λιγνίνη, και προτείνει ότι οι βελτιωτές μπορούν να επιλέξουν την αυξημένη ποιότητα από τον αραβόσιτο και από το ενσίρωμα σόργου για τη μετατροπή αιθανόλης. Οι βελτιωτές μπορούν επίσης αναπτύξουν τις ποικιλίες των οποίων η βιομάζα εμπίπτει εύκολα στη διάσπαση από μύκητες, που βελτιώνουν την αποδοτικότητα παραγωγής αιθανόλης.

Οι βελτιωτές μπορούν να αυξήσουν την παραγωγή κυτταρίνης ή ημικυτταρίνης καθιστώντας αποδοτικότερη τη φωτοσύνθεση ή το μεταβολισμό αζώτου, αλλά πρέπει επίσης να επιλέξουν και την ενισχυμένη αποδοτικότητα νερού και χρήση θρεπτικών με συστήματα διατήρησης πόρων που παρέχουν μια γενική αποταμίευση ενέργειας και περικοπές εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και των ρύπων. Το να αναπτυχθούν καλλέργειες βιολογικών καυσίμων σε εδάφη μη κατάλληλα για την παραγωγή τροφίμων για παράδειγμα, εκείνων που επηρεάζονται από την ξηρασία, τη αλατότητα, ή τη θερμοκρασία ουσιαστικά μειώνει τον ανταγωνισμό καυσίμων-τροφίμων.

Μια καλλιέργεια με μεγάλη δυνατότητα για την παραγωγή αιθανόλης είναι το γλυκό σόργο, το οποίο είναι παρόμοιο με το σόργο σποροπαραγωγής αλλά χαρακτηρίζεται από ταχύτερη ανάπτυξη, υψηλότερη παραγωγή βιομάζας, και ευρύτερη προσαρμογή. Η διπλής χρήσεως φύση του γλυκού σόργου -παράγει και σπόρο και είναι και πλούσιο σε σάκχαρα- προσφέρει νέες ευκαιρίες αγοράς για το μικροκτηματία και δεν απειλεί το εμπόριο τροφίμων του σόργου. Επειδή το γλυκό σόργο απαιτεί πολύ λίγο νερό και έχει υψηλότερη ζυμώσιμη περιεκτικότητα σε σάκχαρα από το ζαχαροκάλαμο, το οποίο περιέχει πιο κρυσταλλοποιήσιμα σάκχαρα, είναι καταλληλότερο για την παραγωγή αιθανόλης από το ζαχαροκάλαμο ή άλλες πηγές, και η αιθανόλη του γλυκού σόργου είναι καθαρότερη από την αιθανόλη του ζαχαροκάλαμο, όταν αναμιγνύεται με τη βενζίνη. ([http4](http://4))

2.5.6. Εναλλακτικά καλλιεργήσιμα είδη με τη δυνατότητα παραγωγής βιοκαυσίμων

Ελαιοαποδοτικές καλλιέργειες στη Νότια Ασία. Πολλές αναπτυσσόμενες χώρες δεν μπορούν να αντέξουν οικονομικά να χρησιμοποιήσουν τα λάδια ως πηγή ενέργειας επειδή είναι ήδη περιορισμένα εφοδιασμένες. Κατά συνέπεια, τα μη φαγώσιμα έλαια από φυτά σαν το *Jatropha*, την *Pongamia*, το *Neem*, το *Kusum*, και το *Pilu* υποστηρίζονται. Τα *Jatropha curcas* (ratanjot) και το *Pongamia pinnata* (karanja) θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για να συμπληρώσουν τα παραδοσιακά, ιδιαίτερα ρυπογόνα καύσιμα και να παρέχουν απασχόληση στους ακτήμονες και περιθωριοποιημένους ανθρώπους. Και η *Pongamia* και το *Jatropha* αυξάνεται στις περιοχές χαμηλών-βροχοπτώσεων και στα προβληματικά εδάφη και

τις χέρσες περιοχές στη Νότια Ασία. Είναι εύκολο να καθιερωθούν, είναι ταχέως αναπτυσσόμενα και σκληραγωγημένα, και δεν τυγχάνει ιδιαίτερης σημασίας από τα βόσκοντα ζώα. Η *Pongamia* και οι σπόροι *Jatropha* περιέχουν 25 έως 40 τοις εκατό ελαίου ενός τύπου που απαιτεί ελάχιστη ή καμία τροποποίηση μηχανών, όταν συνδυάζεται μετά από εστεροποίηση με το diesel σε αναλογίες ως 20 τοις εκατό. Επιπλέον, η ελαιόπιτα που αφήνεται μετά από την εξαγωγή του ελαίου είναι πλούσια στη μακρο- και μικροστοιχεία και μπορεί να χρησιμεύσει ως άριστο οργανικό λίπασμα. Περισσότερη έρευνα απαιτείται πάνω στην ανάπτυξη αυτών των καλλιεργειών για βιολογικά καύσιμα.

Χορτοδοτικές καλλιέργειες στη νότιο Αμερική

Switchgrass (*Panicum virgatum*), το πολυετές χορτοδοτικό εγγενές στα βορειοαμερικανικά λιβάδια, θα μπορούσε να παρέχει περισσότερα από 100 δισεκατομμύρια γαλόνια βιολογικών καυσίμων ετησίως, επιτρέποντας στα τρόφιμα, τη ζωική τροφή, και τις απαιτήσεις εξαγωγής για τις άλλες καλλιέργειες που επιτευχθούν. Το Switchgrass μπορεί να αυξηθεί σε εδάφη ανίκανα να υποστηρίξουν παραδοσιακές καλλιέργειες τροφίμων, με των το 1/8 απορροών αζώτου και το 1/100 της εδαφικής διάβρωσης από τις συμβατικές καλλιέργειες. Το βαθύ ριζικό σύστημα του προσθέτει την οργανική ουσία χώμα, παρά τη μείωση του. Τα προγράμματα βελτίωσης στοχεύουν τουλάχιστον στο διπλασιασμό της παραγωγής του switchgrass (αυτήν την περίοδο παράγονται περίπου 10 τόνοι ανά εκτάριο) και να αυξηθεί η παραγωγή αιθανόλης από τα switchgrass σε περίπου 100 γαλόνια ανά τόνο μέσα το μεσοπρόθεσμο.

Χορτοδοτικά στην Ευρώπη. Το γένος *Miscanthus* (συμπεριλαμβανομένου των γιγαντιαίων κινέζικων χορτοδοτικών, silver grass, silver banner grass, maiden grass, και χορτοδοτικό της *Eulalia*) ελκύει την προσοχή ως πιθανή πηγή βιομάζας για βιολογικά καύσιμα. Το γιγαντιαίο *Miscanthus* (*Miscanthus X giganteus*) είναι ένα υβριδικό χορτοδοτικό που μπορεί γίνει τέσσερα μέτρα ψηλό. Λαμβάνοντας υπόψη την ταχεία ανάπτυξή του, το χαμηλό περιεχόμενο σε ιχνοστοιχεία, και την υψηλή παραγωγή βιομάζας, κάποιοι ευρωπαίοι αγρότες χρησιμοποιούν τον *Miscanthus* για την παραγωγή ενέργειας. Η βιομάζα από ένα εκτάριο *Miscanthus* μπορεί να παράγει περίπου 3.700 γαλόνια αιθανόλης. Εναλλακτικά, μετά από τη καλλιέργεια ο *Miscanthus* μπορεί να καεί. (<http4>)

2.5.7. Βιοκαύσιμα και γεωργία συντήρησης

Μεταξύ άλλων πηγών κυτταρίνης που εξετάζονται για την παραγωγή αιθανόλης είναι τα υπολείμματα ή το άχυρο καλλιεργειών από τις καλλιέργειες αγρωστωδών όπως του αραβόσιτου και του σπόρου. Αυτά τα υπολείμματα είναι σημαντικά για πολλούς αγρότες-ιδιαίτερα σε βροχερές περιοχές-για τη χρήση ως ζωική χορτονομή, λάδια μαγειρέματος, δομικό υλικό, και εδαφολογικές τροποποιήσεις. Στα συστήματα εντατικής γεωργίας, τα υπολείμματα μπορεί να δυσχεραίνουν τις καλλιεργητικές διεργασίες και συχνά καίγονται, απελευθερώνοντας ξαφνικά μεγάλες ποσότητες CO₂ στην ατμόσφαιρα. Η αφαίρεση των υπολειμμάτων καλλιεργειών συμβάλλει στην εδαφολογική διάβρωση και, μέσω της απώλειας εδαφολογικής οργανικής ουσίας, μακροπρόθεσμη υποβάθμιση. Αυτοί τα αποτελέσματα επιδεινώνονται από το συνεχές και εκτενές όργωμα, στην ενέργεια που αυτό καταναλώνει και που μολύνει, που οδηγεί σε μια βαθμιαία απώλεια παραγωγικότητα της καλλιέργειας, ακόμα και όταν αυξάνονται η άρδευση και η λίπανση. Η λύση είναι να συνδυαστούν οι κατάλληλες πρακτικές γεωργίας συντήρησης όπως μειωμένο ή καθόλου όργωμα με τη διατήρηση επαρκών επιπέδων υπολειμμάτων καλλιεργειών στην εδαφολογική επιφάνεια και διαφοροποιημένες αμειψισπορές. Επιπλέον, ένα από τα σοβαρότερα προβλήματα που αντιμετωπίζουν πολλοί αγρότες είναι οι γρήγορα αυξανόμενες δαπάνες των καυσίμων τους.

Στη συνέχεια ακολουθούν αναφορές για τις κυριότερες ενεργειακές καλλιέργειες. Εδώ ανήκουν : η ελαιοκράμβη, ο ηλίανθος, η αγριοαγκινάρα, το σόργο, ο μίσχανθος, το switchgrass και από τα δέντρα ο ευκάλυπτος.

(http4)

3.1. Βοτανικά χαρακτηριστικά της ελαιοκράμβης



Η ελαιοκράμβη έχει ποικιλίες χειμερινές και εαρινές. Διαθέτει ισχυρή πασσαλώδη ρίζα. Οι βλαστοί φθάσουν τα 2 m. ύψος αλλά οι σύγχρονες ποικιλίες είναι κατά κανόνα βραχύτερες. Ο κύριος βλαστός διακλαδίζεται σε δευτερεύοντες βλαστούς. Τα φύλλα εκφύονται κατ' εναλλαγή και φέρουν εγκοπές. Στα πρώτα στάδια ανάπτυξης του φυτού σχηματίζουν ροζέτα , ιδιαίτερα τη φθινοπωρινή σπορά. Τα άνθη έχουν έντονο κίτρινο χρώμα και φέρονται σε ταξιανθίες βότρες που βρίσκονται στην

άκρη του κύριου στελέχους και των δευτερευόντων κλάδων. Η ανθοφορία αρχίζει από τη βάση της ταξιανθίας. Οι σπόροι σχηματίζονται σε λεπτούς λοβούς και όταν ωριμάσουν γίνονται υποπράσινοι, λαμπεροί μαύροι, Η ωρίμανση είναι διαδοχική γι' αυτό και οι κατώτεροι λοβοί μπορεί να διαρραγούν πριν ωριμάσουν οι ανώτεροι.

Η ελαιοκράμβη έχει προέλθει από δύο είδη *Brassica* το *B.napus* και το *B.rapa* L. Για να διαχωρίζονται μεταξύ τους συχνά το *B.rapa* καλείται αγριογογγύλι και το *B.napus* αγριοελαιοκράμβη. Ανοιξιάτικες και χειμερινές ποικιλίες υπάρχουν και για τα δυο είδη. Το έλαιο της ελαιοκράμβης του παγκόσμιου εμπορίου προέρχεται από αυτά τα δύο είδη και ένα μικρό ποσοστό επίσης και από τα σινάπια, ειδικά το *B.junceae* Coss (καφέ σινάπι) και το *Sinapis alba*. L. (κίτρινο σινάπι).

Η κύρια ρίζα είναι επιμήκης, βαθιά και οξύληκτη με πολυάριθμες πλάγιες ρίζες λιγότερο σημαντικές, που φθάνουν σε βάθος 5,0 - 7,5 εκατοστά. Όταν επικρατούν ξηροθερμικές συνθήκες, το φυτό αναπτύσσει βαθύτερο ριζικό σύστημα. Υπάρχει σχέση μεταξύ του τύπου του ριζικού συστήματος και της αντοχής του φυτού στην έλλειψη εδαφικής υγρασίας, που είναι πολύ σημαντικό για τις αποδόσεις του στις ξηροθερμικές περιοχές.

Ροζέτα: Τα πρώτα μπλε-πράσινα φύλλα διαμορφώνουν τη ροζέτα, από την οποία εκφύονται αργότερα, μετά τον λήθαργο του χειμώνα, νέα φύλλα. Και το κεντρικό στέλεχος από το οποίο βλαστάνουν οι πλάγιοι ανθοφόροι βραχίονες. Η διάρκεια ζωής της ροζέτας εξαρτάται από την ποικιλία, τις κλιματικές συνθήκες και την εποχή σποράς (φθινοπωρινή ή ανοιξιάτικη σπορά). Το πρώτο και, μερικές

φορές, το δεύτερο πραγματικό φύλλο αναπτύσσονται ελαφρώς και γερνάνε γρήγορα.

Πλάγιοι βλαστοί: Ο αριθμός των πλάγιων βλαστών ποικίλει, ανάλογα με την ποικιλία και το περιβάλλον. Η πυκνότητα των φυτών έχει ουσιαστική επίπτωση στον αριθμό των πλάγιων βλαστών και στο ύψος, από το οποίο οι πλάγιοι βλαστοί αρχίζουν να εκπτύσσονται επί του κυρίου στελέχους. Οι πλάγιοι βλαστοί που εκπτύσσονται στις μασχάλες των υψηλότερων φύλλων επί του κυρίου στελέχους, καθώς αυτό επιμηκύνεται, καταλήγουν σε ανθοταξίες. Το ύψος του κύριου στελέχους του φυτού ποικίλει ανάλογα με την ποικιλία, από 50 εκατοστά έως 2 μέτρα και κατά μέσο όρο 80-150 εκατοστά, αν και ορισμένες καινούριες ποικιλίες είναι βραχύτερες κατά το στάδιο της πλήρους ωρίμανσης.

Τα φύλλα είναι σκούρα πράσινα, γλαυκά λογχοειδή, άμισχα και αγκαλιάζουν εναλλακτικά σε κάποια έκταση το βραχίονα. Ο αριθμός των φύλλων του κυρίου στελέχους, ενώ βασικά είναι χαρακτηριστικό της ποικιλίας, μπορεί να ποικίλει από 5 μέχρι 12 στις ποικιλίες ανοιξιιάτικης σποράς και 40 ή και περισσότερα στις ποικιλίες φθινοπωρινής σποράς.

Η ταξιανθία είναι επιμήκης βοτρυοειδής και φέρεται στο άκρο του κύριου στελέχους και των πλάγιων βλαστών. Τα άνθη είναι, συνήθως, λαμπερά, χρυσοκίτρινα, αν και το χρώμα τους μπορεί να ποικίλει από πορτοκαλί μέχρι πολύ ανοικτό κίτρινο, ανοίγουν δε πρώτα οι ανθοφόροι οφθαλμοί της βάσης και ακολουθούν εκείνοι της κορυφής. Ο αριθμός των ταξιανθιών κάθε φυτού επηρεάζεται από το κλίμα, τις καλλιεργητικές φροντίδες και την ποικιλία και μπορεί να κυμαίνεται από 12 μέχρι και 24. Το φυτό παράγει, συνήθως, πολύ περισσότερα άνθη παρά λοβούς και υπό ελεγχόμενες συνθήκες βρέθηκε, ότι το 68% των ανθέων δίνει λοβούς, ενώ τα υπόλοιπα απορρίπτονται. Οι λοβοί σχηματίζονται συνήθως σε ύψος 45 εκατοστών πάνω από τη ροζέτα μέχρι την κορυφή του φυτού. Πολλοί λοβοί δεν φθάνουν στο στάδιο ωρίμανσης εξαιτίας της σκίασης που δημιουργείται από το πυκνό φύλλωμα. Για το λόγο αυτό, το ανοικτό φύλλωμα που επιτρέπει τη διέλευση περισσότερου φωτός, οδηγεί συνήθως σε υψηλότερες αποδόσεις. Οι χαμηλές θερμοκρασίες (εαρινοποίηση) σε πρώιμο βλαστικό στάδιο είναι ο κυριότερος παράγοντας που επηρεάζει την ανάπτυξη του ανθοφόρου οφθαλμού και, επομένως, την παραγωγή λοβών στη χειμερινή καλλιέργεια. Η ανθοφορία διαρκεί 3 - 5 εβδομάδες και μερικές φορές περισσότερο και η διάρκεια της επηρεάζεται από τους ίδιους παράγοντες από τους οποίους επηρεάζεται και ο αριθμός των ανθέων. Τα άνθη του γένους *Brassica campestris* είναι



σταυρογονιμοποιούμενα, ενώ του *Brassica napus* είναι βασικά αυτογονιμοποιούμενα.

Ο καρπός είναι επιμήκης, κυλινδρικός, στενός, κερατοειδής, οξύληκτος λοβός, μήκους 5 - 10 εκατοστών, που ανοίγει από τη βάση όταν ωριμάσει. Κάθε φυτό έχει 120 περίπου λοβούς, 40 - 60 από τους οποίους αναπτύσσονται στο κεντρικό στέλεχος. Κάθε λοβός περιέχει 18 - 20 μικρούς σφαιρικούς σπόρους, διαμέτρου 1,75 - 2,00 χιλιοστών ή 1,0 - 2,5 χιλιοστών. Το μέγεθος του σπόρου είναι μία σημαντική παράμετρος, ειδικά για τις καλλιέργειες όψιμης σποράς, γιατί έχει αποδειχθεί ότι οι μεγάλοι μεγέθους σπόροι δίνουν μεγαλύτερη φυλλική επιφάνεια, που σημαίνει αυξημένη πρόσληψη ακτινοβολίας και κατ' επέκταση, αυξημένο βάρος των φυτών κατά την περίοδο της ανθοφορίας. Το μέγεθος του σπόρου διαφοροποιείται σημαντικά ανάλογα με την ποικιλία, αλλά επηρεάζεται πολύ και από περιβαλλοντικούς παράγοντες. Το βάρος 1000 σπόρων κυμαίνεται από 4 έως 6 γρ., ανάλογα με την ποικιλία. Οι σπόροι του *Brassica napus* είναι γενικά βαρύτεροι από εκείνους του είδους *Brassica campestris* και των ποικιλιών φθινοπωρινής σποράς συνήθως, ελαφρά βαρύτεροι από εκείνους των ποικιλιών ανοιξιάτικης σποράς. Το χρώμα των σπόρων και των δύο ειδών είναι σκούρο καφέ προς το γυαλιστερό μαύρο, αν και τελευταία άρχισαν να κυκλοφορούν ποικιλίες με σπόρους χρώματος κιτρινωπού. Οι σπόροι ωριμάζουν συνήθως, 30 - 40 ημέρες μετά τη γονιμοποίηση των ανθέων. Οι σπόροι από τους χαμηλότερους λοβούς τινάζονται γρηγορότερα συγκριτικά με εκείνους των λοβών της κορυφής του φυτού.

3.2. Ταξινόμηση - Γενικά χαρακτηριστικά καλλιέργειας της ελαιοκράμβης

Η ελαιοκράμβη είναι ένα φυτό που πριν από 4.000 χρόνια ήταν γνωστό στους αρχαίους Έλληνες και γενικότερα στους μεσογειακούς λαούς. Εκεί είχε πρωτοχρησιμοποιηθεί για καλλωπισμό προσώπου και δέρματος καθώς και για θεραπευτικούς σκοπούς. Με την πάροδο του χρόνου και τη γενικότερη εξέλιξη το κραμβέλαιο χρησιμοποιήθηκε κυρίως για διατροφικούς σκοπούς καθώς και για φωτισμό στους λαμπτήρες λαδιού.

Επιπρόσθετα με τα *B.napus* και *B.rapa.L.* το γένος *Brassica* περιλαμβάνει τα καλλιεργούμενα είδη *B.carinata* Braun, *B.nigra*. Koch και *B.oleraceae* L. Τα τέσσερα πιο ευρέως καλλιεργούμενα είδη, *B.juncea* *B.napus* *B.rapa.L.* *B.oleraceae* L είναι υψηλώς πολυμορφικά συμπεριλαμβάνοντας τις καλλιέργειες ελαιούχων

σπόρων, τις καλλιέργειες ριζών και τα λαχανικά όπως το κινέζικο λάχανο, το μπρόκολο και τα λαχανάκια Βρυξελλών.

Οι σχέσεις μεταξύ των καλλιεργούμενων ειδών ξεκαθαρίστηκαν με κυτταρολογική εργασία του Morinaga (1934). Σύμφωνα με την υπόθεσή του, ο υψηλός αριθμός χρωμοσώμων των ειδών *B.napus* ($2n=38, AACC$), *B.juncea* ($2n=36, AABB$), *B.carinata* ($2n=34, BBCC$) είναι αμφιπλοειδή συνδυάζοντας σε ζεύγη τα σετ χρωμοσωμάτων των ειδών με χαμηλό αριθμό χρωμοσωμάτων *B.nigra* ($2n=16, BB$), *B.oleraceae* ($2n=18, CC$) και *B.rapa* ($2n=20, AA$). Αυτή η υπόθεση επαληθεύτηκε από τον U (1935) με επιτυχή ανασύνθεση του *B.napus*. Η ανασύνθεση του *B.juncea* και του *B.carinata* έγινε αργότερα από τον Frtandsen (1943, 1947). Τα είδη με χαμηλό αριθμό χρωμοσωμάτων μπορεί να έχουν προέλθει από αρχέγονα είδη με ακόμη μικρότερους χρωμοσωμικούς αριθμούς όπως προτάθηκε από τον Robbelen (1960).

Σήμερα η ελαιοκράμβη βρίσκεται διεθνώς στο επίκεντρο πολλών συζητήσεων κυρίως επειδή έχουν παραχθεί ποικιλίες της (γενετικά τροποποιημένες και μη) με ενδιαφέρουσες ιδιότητες και επειδή το κραμβέλαιο είναι μια καλή πρώτη ύλη για την παραγωγή βιοντήζελ.

Η ελαιοκράμβη (*Brassica napus* L var. *oleifera*) ανήκει στην βοτανική οικογένεια σταυρανθών *Brassicaceae* και περιλαμβάνει χειμερινές και ανοιξιάτικες ποικιλίες. Η προέλευσή της *B. napus* (αμφιδιπλοειδή με n ή $2n$) δεν είναι γνωστή, αλλά πιστεύεται ότι προέρχεται από τη διασταύρωση δύο διπλοειδών ειδών των *B. oleracea* ($n=9$) και *B. rapa* ($n=10$). Πρόσφατες μελέτες (Song & Osborn, 1992) δείχνουν ότι το είδος *B. montana* ($n=9$) είναι πιο κοντά στην προγονική μορφή και ότι από αυτό προέρχονται τα είδη *B. Napus* και *B. Oleracea*. Επίσης το *B. napus* έχει πολλαπλή προέλευση και οι περισσότερες καλλιεργημένες μορφές τους προέρχονται από τη διασταύρωση των ειδών *B. rapa* και του *B. oleracea* ως μητρικός δωρητής.

Η ελαιοκράμβη είναι παγκοσμίως μια σημαντική καλλιέργεια τόσο για την παραγωγή καυσίμων και λιπαντικών, όσο και για την παραγωγή ελαίου για ανθρώπινη διατροφή και την παραγωγή ζωοτροφών. Καλλιεργείται σε έκταση 46,4 εκατομμυρίων στρεμμάτων σε όλο τον κόσμο με πρώτες σε παραγωγή τις: Κίνα (13 εκ. στρ.), Καναδάς (8,4 εκ. στρ.), Ινδία (6,4 εκ. στρ.), Γερμανία (4,7 εκ. στρ.) και Γαλλία (4,4 εκ. στρ.). Για την παραγωγή βιοντήζελ είναι πρώτη σε έκταση καλλιέργεια και διαρκώς αυξάνεται (FAOSTAT, 2005).

Ο σπόρος της ελαιοκράμβης περιέχει περίπου 40% έλαιο και αποδίδει μετά την εξαγωγή του ελαίου, κραμβάλευρο (πλακούντα, πίττα) με περιεκτικότητα 30-40% σε πρωτεΐνες και φυσικές τοξίνες (glucosinolates) οι οποίες όμως το καθιστούν κατάλληλο για ζωοτροφή. Το κραμβέλαιο αποτελείται κυρίως από παλμιτικό οξύ (C 6:0), στεαϊκό οξύ (C 18:0), ελαϊκό οξύ (C 18:1), λινοελαϊκό οξύ (C 18:2), αλινολενικό οξύ (C 18:3) και ερουκικό οξύ (C 22:1) (Geier, 2004). Το κοινό κραμβέλαιο δεν είναι εδώδιμο αφού περιέχει υψηλό ποσοστό ερουκικού οξέως. Η σύνθεση του ελαίου και των φυτικών τοξινών είναι γενετικά ελεγχόμενες, γεγονός που αξιοποιήθηκε από προγράμματα γενετικής βελτίωσης τη δεκαετία του 1970 στον Καναδά και οδήγησε στη δημιουργία ποικιλιών που παράγουν βρώσιμο έλαιο και πρωτεϊνούχο κραμβάλευρο κατάλληλο για ζωοτροφή. Οι ποικιλίες αυτές ονομάζονται τύπου 00" ή "canola". Το όνομα canola (Canadian oil less acid) είναι σήμα κατατεθέν της Canadian Canola Association και αναφέρεται σε ποικιλίες ελαιοκράμβης οι οποίες δημιουργήθηκαν με μεθόδους κλασικής γενετικής βελτίωσης παράγουν έλαια με λιγότερο από 2% ερουκικό οξύ και κραμβέλαιο με πολύ μικρή συγέντρωση τοξινών (λιγότερα από 30 μmol glucosinolates ανά γραμμάριο). (Codex 1999).

Το έλαιο της ελαιοκράμβης έχει μία ιδανική και κατάλληλη σύνθεση λιπαρών ξένων που σε συνδυασμό με την τεχνολογία είναι το κατάλληλο για την παραγωγή βιοντήζελ. Η επιτυχία του βιοντήζελ οφείλεται εν μέρει στο γεγονός ότι η ηλιακή ενέργεια αποθηκεύεται στην ελαιοκράμβη, όπως επίσης και στον ηλίανθο και τη σόγια ως ένα υγρό φυτικό έλαιο με υψηλή ενεργειακή πυκνότητα των 8.94 kW/h που είναι κοντινή με το συμβατικό πετρέλαιο (9.86 kW/h). Στο ντήζελ, τα χαμηλά κορεσμένα λιπαρά συνδέονται με τις καλές καιρικές συνθήκες. (Πηγή: www.ufop.de)

Σε χαμηλές θερμοκρασίες το πετρέλαιο μπορεί να κρυσταλλοποιηθεί και να προκαλέσει το σταμάτημα της μηχανής. Η ελαιοκράμβη έχει το χαμηλότερο επίπεδο σε κορεσμένα λιπαρά στο 7% και ως αποτέλεσμα το βιοντήζελ σχηματίζει κρυστάλλους στους -3°C . Το βιοντήζελ που παράγεται από το έλαιο της σόγιας σχηματίζει κρυστάλλους στους 3°C . Μετά την μηχανική επεξεργασία, το ακατέργαστο φυτικό έλαιο μπορεί να μεταφερθεί σε μία περαιτέρω διαδικασία για ένα πιο αξιόπιστο προϊόν. Περίπου 1.1 λίτρο του ελαίου της ελαιοκράμβης είναι απαραίτητο για την παραγωγή ενός λίτρου υποκατάστατου του ελαίου. Υποθέτοντας μία μέση παραγωγή περίπου 3.8 τόνων, ένα εκτάρια του σπόρου ελαιοκράμβης παρέχει περίπου 1.600 λίτρα βιοντήζελ. Αυτό αποκλείει την

ενεργειακή αξία του κέικ της ελαιοκράμβης και της βιομάζας του άχυρου που μένει στο χωράφι.

Από το 2004 η μέση περιεκτικότητα σε έλαιο της ελαιοκράμβης έχει υπερβεί το 42%. Το υψηλό περιεχόμενο σε έλαιο σημαίνει ότι περισσότερο έλαιο ανά μονάδα είναι διαθέσιμο, κάτι που καθιστά μεγαλύτερο μέρος της πρώτης ύλης διαθέσιμο για την παραγωγή βιοντήζελ. Ως αποτέλεσμα, οι παραγωγοί βιοντήζελ πραγματοποιούν μεγαλύτερες αποδόσεις με τη χρήση ελαιοκράμβης σε σχέση με άλλες ενεργειακές καλλιέργειες, ειδικότερα τη σόγια.

Επιπρόσθετα με τα *B.napus* και *B.rapa.L.* το γένος *Brassica* περιλαμβάνει τα καλλιεργούμενα είδη *B.carinata* Braun, *B.nigra*. Koch και *B.oleraceae* L. Τα τέσσερα πιο ευρέως καλλιεργούμενα είδη, *B.juncea* *B.napus* *B.rapa.L.* *B.oleraceae* L είναι υψηλώς πολυμορφικά συμπεριλαμβάνοντας τις καλλιέργειες ελαιούχων σπόρων, τις καλλιέργειες ριζών και τα λαχανικά όπως το κινέζικο λάχανο, το μπρόκολο και τα λαχανάκια Βρυξελλών.

Οι σχέσεις μεταξύ των καλλιεργούμενων ειδών ξεκαθαρίστηκαν με κυτταρολογική εργασία του Morinaga (1934). Σύμφωνα με την υπόθεσή του, ο υψηλός αριθμός χρωμοσώμων των ειδών *B.napus* ($2n=38, AACC$), *B.juncea* ($2n=36, AABB$), *B.carinata* ($2n=34, BBCC$) είναι αμφιπλοειδή συνδυάζοντας σε ζεύγη τα σετ χρωμοσωμάτων των ειδών με χαμηλό αριθμό χρωμοσωμάτων *B.nigra* ($2n=16, BB$), *B.oleraceae* ($2n=18, CC$) και *B.rapa* ($2n=20, AA$). Αυτή η υπόθεση επαληθεύτηκε από τον U (1935) με επιτυχή ανασύνθεση του *B.napus*. Η ανασύνθεση του *B.juncea* και του *B.carinata* έγινε αργότερα από τον Friandsen (1943, 1947). Τα είδη με χαμηλό αριθμό χρωμοσωμάτων μπορεί να έχουν προέλθει από αρχέγονα είδη με ακόμη μικρότερους χρωμοσωμικούς αριθμούς όπως προτάθηκε από τον Robbelen (1960).

3.3. Καλλιεργητικές και περιβαλλοντικές απαιτήσεις

Η ελαιοκράμβη ευδοκιμεί σε περιοχές με ήπιο χειμώνα και καλοκαίρι δροσερό και υγρό. Έχει όμως ευρεία προσαρμοστικότητα που κάλυπτε όλη σχεδόν τη ζώνη του σίτου, γιατί αντέχει έως -18°C . Είναι πολύ ευαίσθητη στις υψηλές θερμοκρασίες στην περίοδο άνθισης ακόμη και όταν είναι διαθέσιμη επαρκής υγρασία. Μεγάλες περίοδοι με πάνω από 30°C μπορεί να έχουν ως αποτέλεσμα μεγάλο ποσοστό στειρότητας και μεγάλες απώλειες στην παραγωγή. Κατά τη διάρκεια του σταδίου

γεμίσματος του σπόρου η ελαιοκράμβη είναι κάπως πιο ανθεκτική στις υψηλές θερμοκρασίες. Το ποσοστό του περιεχόμενου ελαίου παρόλα αυτά είναι υψηλότερο όταν οι σπόροι ωριμάζουν σε χαμηλές θερμοκρασίες (10 °C με 15 °C . Οι εκτεταμένες περίοδοι υψηλών θερμοκρασιών κατά το στάδιο γεμίσματος του σπόρου έχουν αμετάβλητο αποτέλεσμα τη χαμηλή περιεκτικότητα ελαίου και την κακή ποιότητα σπόρου. Η ελαιοκράμβη μπορεί να ευδοκιμήσει σ' όλων των ειδών τα εδάφη αλλά προτιμά τα βαθιά και καλά στραγγιζόμενα εδάφη με μέτρια περιεκτικότητα σε ασβέστιο και με pH 6 -7,5 (αντέχει και μέτρια αλκαλικότητα) . Σε φτωχά ξηρικά χωράφια (σταροχώραφα) κρισιμότερος παράγοντας φαίνεται να είναι το νερό στη διάρκεια της Άνοιξης. Σε γερά και υγρά χωράφια κρισιμότερος παράγοντας διαχείρισης είναι η ποσότητα N και η πυκνότητα της φυτείας . Αν είναι και τα δύο ενισχυμένα υπάρχει κίνδυνο πλαγιάσματος. Ιστορικά οι υψηλότερες σοδειές ελαιοκράμβης έχουν παραχθεί στην Αγγλία και στην Ολλανδία, ένα φαινόμενο που έχει να κάνει περισσότερο με τις κλιματικές και εδαφικές συνθήκες παρά με τις φιλοσοφημένες καλλιεργητικές πρακτικές.

Η ικανότητα του φυτού της ελαιοκράμβης να αντέχει τις χαμηλές θερμοκρασίες εξαρτάται βασικά από την ανάπτυξή της και το βαθμό σκληραγώγησης που έχει επιτευχθεί. Μη σκληραγωγημένα φυτά μπορούν να επιζήσουν στους -4 °C, ενώ κανονικά σκληραγωγημένα φυτά εαρινής ελαιοκράμβης μπορούν να επιζήσουν στους -10 έως -12 °C. Η σκληραγωγημένη χειμερινή ελαιοκράμβη μπορεί να σύντομες περιόδους έκθεσης μεταξύ -15 και -20 °C. Η αφυδάτωση κατά τις ηλιόλουστες και/ή ημέρες με αέρα ενώ το έδαφος είναι παγωμένο μπορούν να προκαλέσουν εκτεταμένο χειμερινό θάνατο σε πολύ υψηλότερες θερμοκρασίες ακόμη και όταν τα φυτά είναι πρώιμα ανεπτυγμένα και πλήρως σκληραγωγημένα. Οι απαιτήσεις σκληραγώγησης της ελαιοκράμβης δεν έχουνε χαρακτηριστεί πλήρως.

Απαιτείται τυπικά παρόλα αυτά κάποιος χρόνος παραμονής σε θερμοκρασίες κάτω από 10 °C. Οι χειμερινές ποικιλίες τείνουν να σκληραγωγούνται γρηγορότερα, επιτυγχάνουν υψηλότερο βαθμό αντοχής στο κρύο και αποσκληραγωγούνται δυσκολότερα από τις εαρινές ποικιλίες (Paul Raymer pers, commun.) αλλά είναι πιθανόν να απαιτούνται ποικίλες απαιτήσεις σκληραγώγησης ανάμεσα στους δύο τύπους. Έχουν παρατηρηθεί κάποιες διαφορές στη σκληραγώγηση ανάμεσα στους χειμερινούς και στους εαρινούς τύπους. Δεν είναι ξεκάθαρο το αν αυτές οφείλονται στις διαφορές στην τελευταία αποκτημένη σκληραγώγηση ή στις διαφορές των απαιτήσεων σκληραγώγησης.

Τα φυτά είναι τυπικά πιο καλά προσαρμοσμένα στο να επιζήσουν το χειμώνα στο στάδιο της ροζέτας με 6 με 8 φύλλα. Τα μικρότερα φυτά συνήθως δεν είναι ικανά να επιζήσουν το χειμώνα, ενώ φυτά με περισσότερα φύλλα συχνά αρχίζουν την επιμήκυνση του βλαστού πρώιμα, εκθέτοντας το μεριστωματικό ιστό στο κρύο, κάνοντας τον πιο ευάλωτο στην καταστροφή.

Η αποσκληραγώγηση συμβαίνει σχετικά σύντομα μετά την πρώτη ανάπτυξη των φυτών. Η χειμερινού τύπου ελαιοκράμβη μπορεί γενικά να αντέξει ακόμη και θερμοκρασίες ως -12°C . Μόλις πριν ξεκινήσει η άνθιση. (Cramer 1990).

Η επιβίωση το χειμώνα μειώνεται σημαντικά από περιβαλλοντικούς παράγοντες όπως την εμφάνιση ασθενειών και εχθρών, τη βόσκηση, την ανεπαρκή, την περίσσεια ή ανισόρροπη γονιμότητα του εδάφους και φτωχές συνθήκες στράγγισης. Η απουσία της κάλυψης χιονιού κατά την ψυχρότερη περίοδο του χειμώνα μειώνει τις πιθανότητες να επιζήσουν τα φυτά. Ο σχηματισμός πάγου στην επιφάνεια μπορεί να καταστρέψει την κώμη των φυτών και να μειώσει το ποσοστό επιβίωσης.

Απαίτηση Εαρινοποίησης

Οι περισσότερες χειμερινές ποικιλίες ελαιοκράμβης θα απαιτήσουν τρεις εβδομάδες με θερμοκρασίες κοντά στο πάγωμα στο χωράφι για να εαρινοποιηθούν πλήρως και να ξεκινήσουν ταχεία ανάπτυξη. Σε ελεγχόμενα περιβάλλοντα, οχτώ εβδομάδες στους 4°C θερμοκρασία είναι αρκετές για πλήρη εαρινοποίηση. Στη φύτευση την άνοιξη η χειμερινή ελαιοκράμβη θα αρχίσει τυπικά την ανάπτυξή της μετά από ένα εκτεταμένο στάδιο ροζέτας και κάποιες ποικιλίες μπορεί να ξεκινήσουν την άνθιση προς το τέλος της περιόδου ανάπτυξης. Διαφορές σε αυτή την παραδοχή είναι καμία φορά χρήσιμες στο διαχωρισμό μεταξύ παρόμοιων ποικιλιών. Διαφορές στις απαιτήσεις εαρινοποίησης είναι εμφανείς ανάμεσα σε χειμερινές ποικιλίες ελαιοκράμβης.

Κάποιες εαρινές ποικιλίες ελαιοκράμβης δεν εμφανίζουν καθόλου ανταπόκριση στην εαρινοποίηση, αλλά σε κάποιες περιπτώσεις η ανάπτυξη μπορεί να επιταχυνθεί με μεταχείριση με σύντομη ψύξη. Κατά την ανοιξιότικη φύτευση αρκούν γι' αυτό μόνο μερικές ψυχρές νύχτες. Η ανταπόκριση στην εαρινοποίηση στις

εαρινές ποικιλίες επίσης τείνει να εξαφανιστεί σε περιβάλλον μακράς ημέρας (Raymer. Pers. Commun.). Παρά όλη την ποικιλότητα στις απαιτήσεις εαρινοποίησης ανάμεσα στους δύο τύπους, οι διαφορές μεταξύ των τύπων είναι σχετικά καθαρές χωρίς αλληλοεπικαλύψεις στην έναρξη της άνθισης και στην εαρινή και στη φθινοπωρινή φύτευση

Η υψηλή απαίτηση για εαρινοποίηση δεν έχει οπωσδήποτε ως αποτέλεσμα καλή χειμερινή σκληραγώγηση, καθώς πολλές από τις ποικιλίες χειμερινού τύπου από ακραία θαλάσσια περιβάλλοντα, όπως η Ιαπωνία, απαιτούν μακρά περίοδο εαρινοποίησης και παρόλα αυτά έχουν μικρή ανθεκτικότητα στις χαμηλές θερμοκρασίες.

Επιλογή τοποθεσίας και καλλιεργητικές πρακτικές

Η καλή στράγγιση είναι απαραίτητη. Η χειμερινή ελαιοκράμβη συγκεκριμένα έχει μικρή ανθεκτικότητα στα βαριά υγρά εδάφη. Το υγρό έδαφος μπορεί να μειώσει σημαντικά την επιβίωση κατά το χειμώνα και να συμβάλει σε ασθένειες του ριζικού συστήματος. Η ελαιοκράμβη αναπτύσσεται καλύτερα σε αμμοπηλώδη εδάφη, πηλώδη με υψηλή περιεκτικότητα σε οργανική ουσία και σε αργιλώδη άμμο. Τα ελαφρά εδάφη είναι επίσης αποδεκτά ακόμη και ιδανικά όταν είναι διαθέσιμα η ικανοποιητική υγρασία και τα θρεπτικά. Η έλλειψη βορίου μπορεί να προκαλέσει σημαντικές απώλειες στην παραγωγή ακόμη και αν δεν είναι εμφανή μορφολογικά συμπτώματα της έλλειψης.

Χρησιμότητα του προϊόντος Canola oil

Ο καλά ανεπτυγμένος σπόρος ελαιοκράμβης περιέχει 40 με 44 % έλαιο. Η σύνθεση των λιπαρών οξέων πιθανόν ποικίλει γενετικά πιο πολύ από τη σύνθεση του ελαίου από κάθε άλλο φυτό για την παραγωγή ελαίου. Το Canola oil σήμερα περιέχει μόνο ίχνη ερουργικού οξέος, 5 με 8 % κορεσμένων λιπών και 60 έως 65 % μονοακόρεστων λιπών, και 30 έως 35 % πολυακόρεστων λιπών. Υπάρχουν υβρίδια με σημαντικά ανεβασμένα επίπεδα μονοακόρεστων.

Το Canola oil χρησιμοποιείται ευρέως ως μαγειρικό λάδι, σε σαλάτες και για την παρασκευή μαργαρίνης. Από όλα τα βρώσιμα έλαια που υπάρχουν σήμερα έχει το χαμηλότερο ποσοστό κορεσμένων λιπαρών και το κάνει πιο προσφιλές στους καταναλωτές που είναι ευαισθητοποιημένοι με ανάλογα θέματα υγείας. Η χρήση του σε συνεχές τηγάνισμα και σε κάποιες άλλες βιομηχανικές χρήσεις είναι κάπως περιορισμένη από το περιεχόμενο υψηλό λινολενικό οξύ του (C18:3) (συνήθως 8 έως 12 %) και συνεπώς τη σχετικά υψηλή τάση του να οξειδώνεται. Έχουν δημιουργηθεί υβρίδια με περιεχόμενο λινολενικό οξύ μόνο 2 με 3%. (<http5>)

3.4. Βασικές αρχές διαχείρισης της καλλιέργειας της Ελαιοκράμβης

- **Εποχή σποράς:** Η σωστή εποχή σποράς είναι από τους καθοριστικότερους παράγοντες μιας πετυχημένης σοδιάς στην ελαιοκράμβη. Η κρισιμότητα της επιλογής αυτής στηρίζεται στο γεγονός ότι το φυτό πρέπει να ξεχειμωνιάσει έχοντας ήδη αναπτύξει 8 φύλλα και ταυτόχρονα η διάμετρος του σταυρού να είναι 0.8 - 1cm. Ένα τέτοιο φυτό αντέχει το χειμώνα σε θερμοκρασίες έως και - 25⁰C. Η χειμερινή ελαιοκράμβη έχει την ανάγκη των χαμηλών θερμοκρασιών για να ανθίσει (εαρινοποίηση) και αυτή είναι η σημαντικότερη διαφορά της με την ανοιξιάτικη ελαιοκράμβη. Το 70% της τελικής παραγωγής καθορίζεται πριν το χειμώνα. Σε σχέση με τα παραπάνω και ανάλογα με την περιοχή συστήνονται οι ακόλουθες εποχές σποράς:
 - ο Για τις πολύ όψιμες βόρειες περιοχές (Δ. Μακεδονία) 15-30 Σεπτέμβρη
 - ο Για τις υπόλοιπες βόρειες περιοχές (Κ.&Α. Μακεδονία & Θράκη) 25 Σεπτέμβρη - 15 Οκτώβρη
 - ο Για τις νοτιότερες περιοχές (Θεσσαλία & Στερεά Ελλάδα) 10-25 ΟκτώβρηΕννοείται ότι και στα ίδια γεωγραφικά διαμερίσματα μπορεί να υπάρχουν σημαντικές διαφοροποιήσεις σε σχέση με την περίοδο έλευσης του χειμώνα οπότε και θα πρέπει να προσαρμόσουμε ανάλογα την ημερομηνία σποράς.
- **Τρόπος και πυκνότητα σποράς:** Υπάρχουν οι παρακάτω δυνατότητες χρήσης σπαρτικών μηχανών:
 - ✓ Σπαρτική σταριού που να μπορεί να σπείρει μικρές ποσότητες σπόρου (300 – 500 γρ.)

- ✓ Πνευματική μηχανή, με χρήση δίσκου κατάλληλου για σπορά πολύ μικρών σπόρων (δίσκος ντομάτας) και τις κατάλληλες ρυθμίσεις σχετικά με την απόσταση και τον τρόπο σποράς.

Λόγω του πολύ μικρού μεγέθους του σπόρου χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή για την αποφυγή πυκνής σποράς με τις σπαρτικές σταριού.

Η ποσότητα σπόρου καθορίζεται από την φυτρωτική ικανότητα του σπόρου, από τους προβλεπόμενους κινδύνους απωλειών (παγωνιά, ξηρασία, κατάσταση εδάφους) και το αν χρησιμοποιούμε ποικιλία ή υβρίδιο. Σε κάθε περίπτωση ο επιθυμητός αριθμός φυτών μετά τον Χειμώνα είναι 50-55 /τ.μ για τις ποικιλίες και 40-45 φυτά /τ.μ. για τα υβρίδια.

Για σπορά με πνευματική μηχανή οι προτεινόμενες αποστάσεις είναι:

Αποστάσεις επί των γραμμών	Αποστάσεις επί της γραμμής
25 εκ.	5- 5,5 εκ.
30 εκ.	4.5 εκ.
45 εκ.	3.5 εκ.

Για σπορά με σπαρτική σταριού προτείνονται αποστάσεις μεταξύ γραμμών 25 – 35 εκατοστά και ποσότητα σπόρου για μεν τα υβρίδια 300 – 350 γρ. ενώ για τις ποικιλίες 350 – 400 γρ.

Σε περιπτώσεις άγονων και όχι καλά προετοιμασμένων χωραφιών συστήνεται μεγαλύτερη ποσότητα σπόρου κατά 10%.

Σε καλά προετοιμασμένο χωράφι ένα σακί (ποικιλίας ή υβριδίου) ΝΚ σπέρνει 25 στρέμματα.

Τα σακιά ΝΚ της ελαιοκράμβης είναι 2000000 σπόρων για τις ποικιλίες και 1.500.000 σπόρων για τα υβρίδια.

- **Λίπανση:** Για κάθε 100 κιλά προσδοκώμενης παραγωγής η ελαιοκράμβη χρειάζεται 6 κιλά Ν περίπου. Η υπολλειματικότητα του Ν (αζώτου) στο χωράφι λοιπόν καθορίζει την ποσότητα του Ν που θα εφαρμόσουμε. Από το συνολικό Ν που θα εφαρμόσουμε μόνο ελάχιστο ή και καθόλου θα δώσουμε το φθινόπωρο. Αντίθετα το 80-100% της ποσότητας του Ν πρέπει να εφαρμοστεί στην αρχή της Άνοιξης με την επιμήκυνση του φυτού.

- ✓ Σε ελαφρά-μεσαία χωράφια είναι καλό να πέσουν 2-3 μονάδες N τον Οκτώβριο και 8-10 μονάδες στις αρχές Μάρτη.
- ✓ Σε πολύ φτωχά χωράφια η δόση την Άνοιξη μπορεί να αυξηθεί κατά 2-3 μονάδες .
- ✓ Σε γερά και υγρά χωράφια με αρκετό υπολλειματικό άζωτο, η αζωτούχος λίπανση να γίνεται μόνο την Άνοιξη και σε ελάχιστες ποσότητες (0 – 7 μονάδες αζώτου)

Στους περισσότερους τύπους εδαφών μία εφαρμογή 5 μονάδων Φωσφόρου και 5 μονάδων Καλίου είναι αρκετή για την κάλυψη των αναγκών της καλλιέργειας.

Ένα στοιχείο ιδιαίτερα πολύτιμο στην καλλιέργεια της ελαιοκράμβης είναι το θείο (S) το οποίο φαίνεται να συνδέεται με την καλύτερη πρόσληψη του N αλλά και μεγαλύτερες παραγωγές. Συνιστάται η εφαρμογή 3 μονάδων S στην αρχή της Άνοιξης.

- **Αμειψισπορά:** Η αμειψισπορά με σιτηρά είναι διαδεδομένη σε όλο τον κόσμο. Σε σχετικά πειράματα μάλιστα έχει αποδειχθεί ότι το σιτάρι που θα διαδεχθεί την ελαιοκράμβη έχει συνήθως αύξηση παραγωγής 10-15%.
- **Εδάφη:** Η Ελαιοκράμβη μπορεί να ευδοκιμήσει σε όλων των ειδών τα εδάφη αλλά προτιμά τα βαθιά και καλά στραγγιζόμενα εδάφη. Σε φτωχά ξηρικά χωράφια (σταροχώραφα) κρισιμότερος παράγοντας φαίνεται να είναι το νερό στη διάρκεια της Άνοιξης. Σε γερά και υγρά χωράφια χωράφια κρισιμότερος παράγοντας διαχείρισης είναι η ποσότητα N και η πυκνότητα της φυτείας . Αν είναι και τα δύο ενισχυμένα υπάρχει κίνδυνος πλαγιάσματος.
- **Έλεγχος των ζιζανίων:** Παρά το γεγονός ότι πολλά στενόφυλλα και πλατύφυλλα ζιζάνια μπορεί να ανταγωνιστούν την καλλιέργεια, σημαντικός παράγοντας επιτυχίας είναι να προλάβει να αναπτυχθεί η ελαιοκράμβη και να οδηγηθεί σε κλείσιμο γραμμών. Επίσης έχει αποδειχθεί σε σχετικά πειράματα ότι την τελική παραγωγή επηρεάζει αρνητικότερα η δράση των στενόφυλλων ζιζανίων. Έτσι σε πολλές Ευρωπαϊκές χώρες μία προσπαρτική ζιζανιοκτονία (π.χ. τριφλουραλίνη) δίνει πολύ ικανοποιητικά αποτελέσματα. Επίσης σε περιπτώσεις δύσκολων στενόφυλλων συνηθίζεται στην Ευρώπη και η μεταφυτρωτική ζιζανιοκτονία (π.χ. Fluzifop) στο στάδιο των 2 πραγματικών

φύλλων ή την Άνοιξη. Στην περίπτωση σποράς με αποστάσεις γραμμών 45-50 cm είναι πιθανή η δυνατότητα σκαλίσματος για την καταστροφή των ζιζανίων. Σε πολλές χώρες συνηθίζεται η χρήση Sulfosate, Glyphosate ή Diquat πριν τη συγκομιδή για ταυτόχρονη ωρίμανση των λοβών, και καταπολέμηση των ζιζανίων. Πολύ συνηθισμένη εξάλλου είναι και η χρήση Sulfosate ή Paraquat λίγο πριν τη σπορά της ελαιοκράμβης και εφόσον έχουν φυτρώσει τα ζιζάνια.

- **Εντομολογικές προσβολές και ασθένειες:** Οι πιθανότερες προσβολές στην Ελλάδα σύμφωνα με τα μέχρι τώρα δεδομένα είναι η αφίδα, και κάποια κολεόπτερα (*Psylliodes chrysokephala* και *Meligethes aeneus*) κυρίως στην διάρκεια της ανθοφορίας. Η επέμβαση με εντομοκτόνα πρέπει να γίνεται αφού σταθμιστεί το οικονομικό της όφελος. Αναφορικά με τις ασθένειες ενώ στην Ευρώπη είναι καταγεγραμμένες αρκετές με κυριότερη την *Phoma lingam*, στην Ελλάδα παρατηρήθηκε μόνο το *Verticillium dahliae* (αδρομύκωση) με ήπια προς το παρόν συμπτώματα στην ωρίμανση των φυτών.
- Κρίσιμοι παράγοντες για την παραγωγικότητα της Ελαιοκράμβης στην Ελλάδα:
 - **Η εποχή σποράς** όπως ήδη προαναφέρθηκε ίσως είναι ο σημαντικότερος παράγοντας επιτυχίας της καλλιέργειας λαμβανομένων υπ'όψιν των σημαντικών κλιματικών αποκλίσεων από περιοχή σε περιοχή
 - Όπως σε κάθε ξηρική καλλιέργεια το νερό είναι πολύ κρίσιμος παράγοντας. Αν θεωρήσουμε ότι στις περισσότερες περιοχές μας από τον Νοέμβριο έως τον Μάρτιο υπάρχουν συνήθως βροχοπτώσεις ή χιόνι θα πρέπει να σταθούμε ιδιαίτερα στον Οκτώβρη και κυρίως στο διάστημα του Απρίλη – μέσα Μάη. Για τα φυτρώματα λοιπόν του Οκτώβρη 10-15 mm βροχής είναι αρκετά για την βλάστηση των σπόρων και το ξεκίνημα της φυτείας. Η ανθοφορία εκτιμάται στις αρχές του Απρίλη ανάλογα με την περιοχή και το τελείωμα της ανθοφορίας γύρω στις 20-25 του Απρίλη. Αυτό το διάστημα και οι επόμενες 2-3 εβδομάδες δηλαδή από τα μέσα Απρίλη έως και το πρώτο δεκαήμερο του Μάη η βροχόπτωση μπορεί να αυξήσει σημαντικά την τελική απόδοση της καλλιέργειας. Όπου λοιπόν υπάρχει δυνατότητα μίας μόνο άρδευσης στην ελαιοκράμβη αυτή θα πρέπει να γίνει σε αυτό το κρίσιμο διάστημα.

- Σε πολύ γερά και υγρά χωράφια όπου υπάρχει αρκετό υπολλειματικό άζωτο θα πρέπει να αποφύγουμε την πυκνή σπορά και το άζωτο που θα εφαρμοστεί να είναι ελάχιστο ή μηδενικό. Σε αντίθετη περίπτωση υπάρχει πιθανότητα πλαγιάσματος των φυτών μετά την ανθοφορία, που οδηγεί σε δυσκολία συγκομιδής και ανομοιόμορφη ωρίμανση.
- Ο αλωνισμός είναι ένα σημείο που χρειάζεται κάποια εμπειρία και ιδιαίτερη προσοχή ώστε να βρούμε το κατάλληλο στάδιο συγκομιδής και να αλωνίσουμε με τις μικρότερες απώλειες γιατί ο πολύ ξερός σπόρος τινάζεται. Το αλώνι της ελαιοκράμβης πρέπει να γίνει σε σύντομο χρονικό διάστημα από την στιγμή που θα ξεραθεί η φυτεία. Η ετοιμότητα της θεριζοαλωνιστικής μηχανής πρέπει να είναι δεδομένη και το αλώνι να γίνει χωρίς χρονοτριβή.

- **Ωρίμανση και αλωνισμός:**

- ✓ Η ελαιοκράμβη συντηρείται σε υγρασία 7-8%. Το επιθυμητό συγκομίσσιμο προϊόν είναι 9% υγρασία με 2% ξένες ύλες το πολύ.
- ✓ Επειδή στην Ελλάδα οι συνθήκες είναι ξηροθερμικές και η υγρασία μπορεί να κατεβεί γρήγορα ο αλωνισμός μπορεί να αρχίσει όταν η υγρασία του σπόρου αρχίζει να πέφτει κάτω από 15%. Έτσι μειώνουμε την πιθανότητα να τινάξει ο σπόρος.
- ✓ Μια φυτεία όταν είναι έτοιμη για απ'ευθείας αλωνισμό παίρνει χρώμα καφέ της σκουριάς και οι σπόροι κατά 90% είναι μαύροι ενώ ένα ποσοστό 10% είναι καφέ.
- ✓ Υγρασίες στην περίοδο συγκομιδής δεν επηρεάζουν την ποιότητα του σπόρου και την παραγωγή, αντίθετα μπορεί να βοηθήσουν αφού μεγαλώνουν το διάστημα της τελικής ξήρανσης δίνοντάς μας ευχέρεια χρόνου για τον αλωνισμό.
- ✓ Από το στάδιο 15% υγρασίας και με ζεστό καιρό έχουμε το πολύ 1 εβδομάδα περιθώριο για να αλωνίσουμε.
- ✓ Ο αλωνισμός γίνεται με τις κοινές αλωνιστικές σταριού με κάποιες ρυθμίσεις που μπορούν να γίνουν επί τόπου στο χωράφι αλλά είναι απαραίτητες για καλή συγκομιδή χωρίς απώλειες.
- ✓ Στην Ευρώπη εκτός του απ'ευθείας αλωνισμού συνηθίζεται και ο θεριζοαλωνισμός σε δύο στάδια καθώς και η χρήση πριν τον αλωνισμό αποξηραντικών ουσιών για ταυτόχρονη ωρίμανση. (Syngenta)

3.5. Καλλιεργητικές τεχνικές

Η ελαιοκράμβη αποτελεί μέρος των συστημάτων αμειψισποράς με χειμωνιάτικα σιτηρά, ψυχανθή. Σε σχετικά πειράματα μάλιστα έχει αποδειχθεί ότι το σιτάρι που θα διαδεχθεί την ελαιοκράμβη έχει συνήθως αύξηση παραγωγής 10-15% (NK seeds, 2007). Το φυτό προτιμά εδάφη βαθιά και ελαφρά, αλλά έχει τη δυνατότητα να προσαρμόζεται ακόμη και σε εδάφη βαριά, αλλά καλά αποστραγγιζόμενα. Επειδή ο σπόρος είναι μικρών διαστάσεων είναι απαραίτητη μια καλή προετοιμασία της κλίνης του σπόρου που θα εξασφαλίσει τη σωστή τοποθέτηση και το ομοιόμορφο φύτρωμα. Αυτά μπορούν να επιτευχθούν με παραδοσιακή καλλιέργεια του εδάφους και με ελάχιστη κατεργασία ώστε όταν ακολουθούν χειμερινά σιτηρά να υπάρχει ταχεία αποδόμηση των υπολειμμάτων της καλλιέργειας όπως και ταχεία απομάκρυνση των ζιζανίων που θα μπορούν να ελεγχθούν αργότερα με φθινοπωρινή ζιζανιοκτονία.

Η εποχή σποράς ποικίλει ανάλογα με το περιβάλλον και την ποικιλία (καθαρή σειρά ή υβρίδιο). Η ιδανική εποχή σποράς είναι αυτή που αναμένονται βροχοπτώσεις έτσι ώστε να επιτευχθεί ένα καλό και ομοιόμορφο φύτρωμα που θα επιτρέψει στο φυτό να φθάσει στο στάδιο του ρόδακα (ροζέτας) πριν το χειμώνα. Η κρισιμότητα της επιλογής αυτής στηρίζεται στο γεγονός ότι το φυτό πρέπει να ξεχειμωνιάσει έχοντας ήδη αναπτύξει οχτώ φύλλα και ταυτόχρονα η διάμετρος του σταυρού να είναι 0,8 - 1 cm. Ένα τέτοιο φυτό αντέχει το χειμώνα σε θερμοκρασίες έως και 25°C. Η χειμερινή ελαιοκράμβη έχει την ανάγκη των χαμηλών θερμοκρασιών για να ανθίσει (εαρινοποίηση) και αυτή είναι η σημαντικότερη διαφορά της με την ανοιξιάτικη ελαιοκράμβη. Το 70% της τελικής παραγωγής καθορίζεται πριν το χειμώνα.

Η προτεινόμενη εποχή σποράς είναι από τα μέσα Σεπτεμβρίου μέχρι τα τέλη Οκτωβρίου. Δεδομένου ότι στη χώρα μας επικρατούν κατά την περίοδο του θηνοπώρου βροχοπτώσεις ικανοποιητικές για απρόσκοπτο φύτρωμα και ανάπτυξη των νεαρών φυτών, κρίνεται ότι είναι δυνατή η εγκατάσταση της καλλιέργειας χωρίς την πραγματοποίηση άρδευσης. Σε περίπτωση που η περίοδος Απριλίου - Μαΐου είναι άνυδρη, προτείνεται η πραγματοποίηση μιας άρδευσης η οποία θα μπορεί να αυξήσει σημαντικά την τελική απόδοση της καλλιέργειας.

Αναλόγως τη σπαρτική μηχανή (ακριβείας ή πνευματική) υπάρχει

δυνατότητα σποράς σε απόσταση μεταξύ των γραμμών 20 - 45 εκατοστά. Η πυκνότητα σποράς ποικίλει. Τα υβρίδια απαιτούν χαμηλότερη πυκνότητα σποράς με αποστάσεις επί της γραμμής 3 -5 εκατοστά. Για τον υπολογισμό της δόσης σποράς, πρέπει να ληφθεί υπόψη το βάρος 1.000 σπόρων, το οποίο ποικίλει μεταξύ 4 - 6 γραμμαρίων. Η ποσότητα σπόρου καθορίζεται από τη φυτρωτική ικανότητα του σπόρου, από τους προβλεπόμενους κινδύνους απωλειών (παγωνιά, ξηρασία, κατάσταση εδάφους) και το αν χρησιμοποιούνται ποικιλία ή υβρίδιο. Σε κάθε περίπτωση ο επιθυμητός αριθμός φυτών μετά το χειμώνα πρέπει να είναι 50 - 55 φυτά/τ.μ. για τις ποικιλίες και 40 -45 φυτά/τ.μ. για τα υβρίδια (pioneer Hi-Breed, 2006).

Ο έλεγχος των ζιζανίων επιτυγχάνεται με προσπαρτική επέμβαση και ενσωμάτωση (τριφλουραλίνη) ή προφυτρωτικά (metazachlor). Ο έλεγχος των μονοετών στενόφυλλων επιτυγχάνεται με ειδικά ζιζανιοκτόνα που εφαρμόζονται την άνοιξη (π.χ. fluazifor). Σημαντικός παράγοντας επιτυχίας της καλλιέργειας είναι να προλάβει να αναπτυχθεί και να οδηγηθεί σε κλείσιμο γραμμών πριν την ανάπτυξη ζιζανίων. Σε πολλές χώρες συνηθίζεται η χρήση Sulfosate, Glyphosate, Diquat πριν τη συγκομιδή για ταυτόχρονη ωρίμανση των λοβών και καταπολέμηση των ζιζανίων. Πολύ συνηθισμένη εξάλλου είναι και η χρήση Sulfosate ή Paraquat λίγο πριν τη σπορά της ελαιοκράμβης και εφόσον έχουν φυτρώσει τα ζιζάνια.

Η ελαιοκράμβη είναι μια καλλιέργεια που επιτρέπει στο άριστο την εκμετάλλευσης της γονιμότητας που υπάρχει στο έδαφος το φθινόπωρο. Η βασική φθινοπωρινή λίπανση είναι πλούσια κυρίως σε φώσφορο και κάλιο (λιπάσματα P-K).

Η καλλιέργεια έχει μεγάλες απαιτήσεις σε άζωτο, το οποίο αποτελεί πρωταρχικό παράγοντα για την επίτευξη υψηλών αποδόσεων. Η αζωτούχο λίπανση εφαρμόζεται τμηματικά σε δύο κυρίως δόσεις (η πρώτη με τη βασική λίπανση και η δεύτερη επιφανειακά στο τέλος του χειμώνα) (Βλάχος, 2007).

Από τα ιχνοστοιχεία περισσότερο απαραίτητο κρίνεται το θείο (S). Συνιστάται 7 - 7,5 μονάδες SO_3 να δίνονται προσπαρτικά ή εναλλακτικά με την αζωτούχο λίπανση. Το θείο συνδέεται με την καλύτερη πρόσληψη του αζώτου (συνεργισμός) αλλά και με τη μεγαλύτερη παραγωγή.

Σχετικά με την καταπολέμηση των εχθρών και των ασθενειών κρίνεται πρώτα ο ουσιαστικός έλεγχος της καλλιέργειας ώστε η απόφαση για επέμβαση

με εντομοκτόνα να γίνεται μόνο όταν θεωρείται ότι θα έχει οικονομικό όφελος. Οι κυριότεροι εντομολογικοί εχθροί της ελαιοκράμβης είναι: *Psylliodes chrysocephala* (κολεόπτερο) και *Psylliodes chrysocephala* (έντομο το οποίο δημιουργεί αρκετά προβλήματα σε πολλά στάδια της καλλιέργειας, απογυμνώνοντας σε ακραίες περιπτώσεις τα φυτά. Αρχίζει τη ζημιογόνο δράση του από το στάδιο των κοτυληδόνων ενώ προκαλεί ζημιές και σε ώριμα φύλλα). Τις μεγαλύτερες ζημιές προκαλούν οι προνύμφες του κολεοπτέρου *Meligethes aeneus*. Το συγκεκριμένο έντομο συνηθίζει να τρέφεται από τους στήμονες και τη γύρη των ανθέων τόσο κατά την περίοδο πριν την άνθιση, όσο και κατά τη διάρκεια αυτής, γεγονός που το καθιστά εξαιρετικά ζημιογόνο.

Οι κυριότερες μυκητολογικές ασθένειες της ελαιοκράμβης οφείλονται στους μύκητες *Phoma Spp.*, *Sclerotinia Spp.*, *Peronospora brassicae* και *Alternaria brassicae*. Ο πρώτος μύκητας (*Phoma Spp.*) προσβάλλει και ζημιώνει τα φύλλα, ο δεύτερος (*Sclerotinia Spp.*) το στέλεχος των φυτών, ενώ οι δύο τελευταίοι μύκητες (*Peronospora brassicae* και *Alternaria brassicae*) προσβάλλουν τόσο το στέλεχος όσο και τα φύλλα. Συνήθως οι προσβολές που είναι ικανές να οδηγήσουν σε οικονομική απώλεια προκαλούνται μόνο από την *Sclerotinia Spp.* Οι ζημιές από τους υπόλοιπους μύκητες περιορίζονται σε χαμηλά επίπεδα και δεν θεωρούνται ότι είναι οικονομικής σημασίας. Για την καταπολέμηση του μύκητα *Sclerotinia Spp.* δεν χρησιμοποιούνται μυκητοκτόνα, αλλά όπου ανακύπτουν προβλήματα επιχειρείται η αντιμετώπιση του προβλήματος με την εφαρμογή ενός προγράμματος ορθολογικής αμειψισποράς.

Η συγκομιδή πραγματοποιείται περίπου το πρώτο δεκαπενθήμερο του Ιουλίου, όταν η υγρασία του σπόρου κατέβει κάτω από 14%. Μετά τη φυσιολογική ωρίμανση το φυτό αλλάζει χρώμα και ο σπόρος μέσα στα κεράτια από κιτρινοπράσινος γίνεται καστανόμαυρος και εξελίσσεται σε μαύρο όταν φθάνει σε συνθήκες συγκομιδής. Τα στελέχη των φυτών είναι πιθανό να διατηρούν ακόμη το πράσινο χρώμα τους. Η ωρίμανση βαίνει ελαφρά κλιμακούμενη περνώντας από τους λοβούς στο κυρίως στέλεχος και κατόπιν στις διακλαδώσεις. Ο χρόνος συγκομιδής θα πρέπει να συγχρονιστεί με την ωρίμανση ώστε το ποσοστό «τινάγματος» των σπόρων να είναι όσο το δυνατό λιγότερο. Ταυτόχρονα η υγρασία θα πρέπει να βρίσκεται στα επιθυμητά από τη βιομηχανία επίπεδα όπως και το ποσοστό των ζιζανίων. Από το στάδιο 15% υγρασίας και με ζεστό καιρό υπάρχει χρονικό περιθώριο μιας εβδομάδας μέχρι

τον αλωνισμό. Στην περίπτωση υπερωρίμανσης (υγρασία σπόρου κάτω από 10%), συνιστάται να πραγματοποιηθεί η συγκομιδή το πρωί με τη δροσιά ώστε να μειωθούν οι απώλειες. Χρησιμοποιούνται οι κοινές θεριζοαλωνιστικές μηχανές των σιτηρών με προσαρμογή των κατάλληλων εξαρτημάτων (κόσκινα, κ.λ.π.) που ικανοποιούν τις απαιτήσεις της συγκεκριμένης καλλιέργειας.

Η συγκομιδή της ελαιοκράμβης μπορεί να πραγματοποιηθεί και με χρήση αποξηραντικών ουσιών σε υγρασία σπόρου 20-30% και αλωνισμός σε 10 ημέρες από την εφαρμογή. Η πρακτική αυτή συστήνεται σε φυτείες με αρκετά ανομοιόμορφη ωρίμανση. Επίσης εναλλακτικά μπορεί να θεριστεί και να παραμείνει στο χωράφι για 7-14 ημέρες και στη συνέχεια να αλωνιστεί. Για την εμπορία του προτοντος απαιτούνται οι εξής παράμετροι: υγρασία μέχρι 9% και ξένες ύλες μέχρι 2% (Pioneer Hi-Breed, 2006).

3.6. Προϊόντα, χρήσεις της ελαιοκράμβης

3.6.1. Έλαιο για ανθρώπινη κατανάλωση

Η θρεπτική αξία και η ποιότητα των ελαίων καθορίζονται από το μήκος της αλυσίδας, τη θέση και τον αριθμό των ακόρεστων δεσμών των λιπαρών οξέων από τα οποία αποτελούνται τα τριγλυκερίδια (Πανέρας, 1996). Ο συνδυασμός των χαρακτηριστικών αυτών είναι γενετικά ελεγχόμενος και αποτελεί χαρακτηριστικό κάθε είδους. Τα προγράμματα γενετικής βελτίωσης τη δεκαετία του εβδομήντα στον Καναδά οδήγησαν στη δημιουργία ποικιλιών που παράγουν βρώσιμο έλαιο. Αυτό το εδώδιμο κραμβέλαιο περιέχει τριγλυκερίδια με 5 -8% κορεσμένα λιπαρά οξέα, 60 65% μονοακόρεστα και 30-35% πολυακόρεστα και χρησιμοποιείται ευρέως και στη μαγειρική.



Τα τελευταία χρόνια, με τη βοήθεια της γενετικής μηχανικής έγινε δυνατή η μεταφορά γονιδίων με αποτέλεσμα τη δημιουργία νέων ποικιλιών με βελτιωμένα χαρακτηριστικά ποιότητας του παραγομένου ελαίου (TopFer και συν., 1995). Οι νέες ποικιλίες παράγουν έλαιο με λιγότερο από 4% λινολενικό οξύ (C 18:3) και περίπου 70% ελαϊκό οξύ (C 18:1), σύσταση δηλαδή που πλησιάζει αυτή του ελαιολάδου. Οι καταναλωτές το προτιμούν επειδή έχει χαμηλό ποσοστό

κορεσμένων λιπαρών οξέων αλλά και χαμηλό ποσοστό πολυακόρεστων. Διαιτολόγιο πλούσιο σε πολυακόρεστα διαταράσσει το μεταβολισμό, προκαλεί καρδιακές παθήσεις και προβλήματα στο απνευστικό σύστημα. Άλλες πάλι ποικιλίες που δημιουργήθηκαν με τη βοήθεια της γενετικής μηχανικής δίνουν έλαιο που περιέχει υψηλό ποσοστό λαυρικού και μυριστικού οξέος, έχουν δηλαδή σύσταση που μοιάζει με αυτή του φοινικελαίου .

3.6.2. Ζωοτροφές

Οι νέες ποικιλίες, εκτός του βρώσιμου ελαίου, δίνουν και κραμβάλευρο με λιγότερο από 30 μολ γλυκοσινολικών ενώσεων ανά γραμμάριο το οποίο αποτελεί πολύτιμη ζωοτροφή (πλούσια σε πρωτείνες). Για τις μονογαστρικές διατροφές έχει καλύτερη ισορροπία αμινοξέος από ότι το σογιάλευρο. Τα προϊόντα υδρόλυσης των γλυκοσινολικών ενώσεων δίνουν στα σταυρανθή λαχανικά μία χαρακτηριστική γεύση. Μερικά από αυτά τα προϊόντα υδρόλυσης, εντούτοις είναι τοξικά ή τουλάχιστον θρεπτικά. Επίσης, πολλά από τα γλυκοσινολικών ενώσεων παράγωγα μειώνουν την ωραία γεύση του κέικ και συνεπώς, την λήψη της τροφής από τα ζώα. Για αυτούς τους λόγους, η χρήση του συμβατικού κέικ της ελαιοκράμβης περιορίστηκε κυρίως ως συμπληρωματική τροφή των βοοειδών (Antonini et al., 1999). Τα μεγάλα ποσά γλυκοσινολικών ενώσεων έχουν επιπτώσεις στο ποσοστό αύξησης, προκαλούν τη διόγκωση του θυροειδούς αδένα και καθιστούν το γέυμα λιγότερο εύγευστο για το ζωικό κεφάλαιο. Η Canola, εξ ορισμού, έχει λιγότερο από 30 μολ γλυκοσινολικών ενώσεων ανά γραμμάριο σπόρου και έτσι το κέικ του είναι μια ασφαλής πρωτεϊνική πηγή στις ζωϊκές τροφές (Philbrook, 1986).

Κύριες βιομηχανικές χρήσεις της ελαιοκραμβόπιτας (Carruthers et al., 1995)

- *Βιο-απολυμαντικό*: Η υψηλή ποσότητα γλυκοσινολικών ενώσεων σε ορισμένες ποικιλίες ελαιοκράμβης έχει ως συνέπεια τη χρήση τους ως βιο - απολυμαντικό (που αντικαθιστά τα εδαφικά καπνογόνα όπως το βρωμιούχο μεθύλιο). Τα εδαφικά καπνογόνα έχουν υψηλή αξία, τα οποία θα επηρεάσουν προς τα κάτω και την τιμή των βιοκαυσίμων (Biodiesel Research, 2006).

- *Βιοπλαστικά*: Ιδιότητες που καθιστούν κατάλληλο το κέικ της ελαιοκράμβης για παραγωγή βιοπλαστικών είναι:
 - Θερμοπλαστικές ιδιότητες οι οποίες μελετώνται για την παραγωγή υλικών συσκευασίας
 - Βιοδιασπώμενες ιδιότητες
 Η χρήση βιοπλαστικών είναι ουσιαστικά μικρή αλλά με τεράστιες δυνατότητες. Παρόλα αυτά η ανταγωνιστικότητα με πλαστικά που είναι παράγωγα του αμύλου είναι σημαντική.
- *Κόλλες*: Οι πρωτεΐνες από το κέικ της ελαιοκράμβης λόγω της μεγάλης διαλυτότητάς τους στο νερό, είναι υψηλά εφαρμόσιμες για το σχηματισμό κόλλας.
- *Καλλυντικά*: Τα καλλυντικά είναι χαμηλής εμπορικότητας, αλλά υψηλής αξίας. Οι φυτικές πρωτεΐνες είναι ενεργά συστατικά που συνεισφέρουν σε ένα καλύτερο συστατικό συμβατότητας (Leung, A.Y. 1980).
- *Μέσα συμπίκνωσης*: Οι πρωτεΐνες έχουν υποσχόμενες εφαρμογές ως συμπυκνωτές φαρμάκων και αγροχημικών.
- *Υλικά καύσης*: Τα κύρια θερμικά χαρακτηριστικά του κέικ της ελαιοκράμβης επιτρέπουν τη χρήση του ως υλικό καύσης. Το περιεχόμενο σε στάχτη είναι σχετικά χαμηλό και η θερμιδική του δύναμη είναι σχετικά ισοδύναμη με αυτή του κάρβουνου (G. Antonini, et al., 1999) .

3.6.3. Παραγωγή βιοντήζελ

Ο όρος «βιομηχανικό κραμβέλαιο» αναφέρεται σε έλαια τα οποία περιέχουν πάνω από 45% ερουκικό οξύ και τα οποία χρησιμοποιούνται ως λιπαντικά, υδραυλικά υγρά και ως πρώτη ύλη για την παραγωγή βιοντήζελ. Το βιοντήζελ αποτελείται από μεθύλ- ή εθύλ-εστέρες λιπαρών οξέων που προέρχονται από φυτικά έλαια ή ζωικά λιπώδη (Αθανασόπουλος,2006). Οι καθαροί εστέρες τριγλυκεριδίων είναι άριστα υποκατάστατα του πετρελαίου χωρίς να χρειάζεται

καμία μετατροπή στη μηχανή. Με κάποιες μετατροπές στη μηχανή είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν απ' ευθείας και τα καθαρά τριγλυκερίδια (χωρίς δηλαδή να έχουν μετατραπεί σε εστέρες). Συνήθως την παραγωγή του βιοντήζελ χρησιμοποιείται σογιέλαιο ή κραμβέλαιο, είτε μεταχειρισμένα λάδια (πχ. τηγάνισμα) (Altener, 1999).

Το βιοντήζελ δεν περιέχει προϊόντα πετρελαίου, όμως μπορεί να αναμιχθεί με το κοινό ντήζελ. Οι περισσότεροι κινητήρες μπορούν να δεχθούν μείγμα , βιοντήζελ/ντήζελ, 20/80 χωρίς μετατροπές. Το βιοντήζελ χρησιμοποιείται σε ανάμειξη με το συμβατικό ντήζελ σε ποσοστό 5% στη Γαλλία, ενώ στη Γερμανία και την Αυστρία χρησιμοποιείται και ως καθαρό 100% (Kran K.α, 1994). Στην Αμερική υπάρχουν ειδικά πρατήρια εφοδιασμού με βιοντήζελ με τους κωδικούς B5, B10, B20, 350. B95, B99 και B 1 00 αναλόγως του αντίστοιχου ποσοστού πρόσμιξης βιοντήζελ -ε πετροντήζελ. Από περιβαλλοντικής άποψης, το βιοντήζελ επιφέρει μεγαλύτερη εκπομπή σωματιδίων σε σχέση με το κλασσικό πετρέλαιο κίνησης, αλλά ευτυχώς τα σωματίδια του βιοντήζελ δεν είναι εξίσου βλαβερά. Δεν περιέχουν καρκινογόνες ουσίες, ενώ είναι και μεγαλύτερα από τα σωματίδια του πετρελαίου, τα οποία, ακριβώς λόγω του μικρού μεγέθους τους, εισχωρούν πολύ πιο εύκολα στις κυψελίδες των πνευμόνων. Το βιοντήζελ είναι δηλαδή, ένα καύσιμο σχετικά φιλικό προς το περιβάλλον, μη τοξικό, βιοαποικοδομήσιμο και αποτελεί ανανεώσιμη πηγή ενέργειας (Science illustrated, 30, 2007).Καιόμενο αποδίδει 80% λιγότερους πολυκυκλικούς σωματικούς υδρογονάνθρακες, 60% λιγότερο διοξείδιο του άνθρακα, 48% λιγότερο μονοξείδιο του άνθρακα, καθόλου διοξείδιο του θείου και 47% λιγότερα σωματίδια από το κοινό ντήζελ. Ένα μειονέκτημα είναι, ότι οι εκπομπές οξειδίων του αζώτου είναι κατά 10% αυξημένες (Míxon et.al., 2003).

Το κύριο επιχείρημα κατά του βιοντήζελ ήταν πάντα το γεγονός ότι είναι λιγότερο οικονομικό από τα ορυκτά καύσιμα. (European Energy Crop InterNetworks,2004). Αυτό δεν ισχύει πλέον λόγω της ραγδαίας ανόδου της τιμής του πετρελαίου τα τελευταία χρόνια.

Από τον διεθνή οικονομικό τύπο φαίνεται ότι τα αίτια που προκάλεσαν αυτή την άνοδο δεν είναι παροδικά, άρα αναμένεται να γίνουν πιο συστηματικές οι προσπάθειες αντικατάστασης των ορυκτών καυσίμων από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Ότι δεν κατάφεραν οι κατά καιρούς οικολογικές οργανώσεις,

κινήματα και οι ακτιβιστές θα το καταφέρουν σίγουρα οι νόμοι της οικονομίας. Υπάρχει όμως γενική συμφωνία, πως το βιοντήζελ ως ανανεώσιμη πηγή ενέργειας δεν πρόκειται ποτέ να αντικαταστήσει πλήρως το κοινό ντίζελ αφού κάτι τέτοιο θα απαιτούσε απαγορευτικά μεγάλες εκτάσεις για την καλλιέργεια ελαιοδοτικών φυτών.

Όπως αναφέρεται στο περιοδικό Γεωργία Κτηνοτροφία, τεύχος 2/2007, οι εγκαταστάσεις για την παραγωγή βιοντήζελ είναι απλούστερες και η απαιτούμενη επένδυση για τη δημιουργία μιας σχετικά μικρής παραγωγικής μονάδας είναι μέσα στις δυνατότητες μιας ομάδας παραγωγών (Αγρότυπος, 2006). Αντίθετα για την παραγωγή βιοαιθανόλης απαιτούνται βιομηχανικές μονάδες υψηλού κόστους επένδυσης. Το κόστος παραγωγής τόσο του βιοντήζελ όσο και της βιοαιθανόλης είναι σήμερα υψηλότερο από το αντίστοιχο των συμβατικών καυσίμων.

Είναι φανερό ότι για να προχωρήσει η παραγωγή και χρήση βιοκαυσίμων στην Ελλάδα, όπως ήδη γίνεται στις άλλες χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης είναι απαραίτητη η στήριξη του κράτους τόσο με επιδότηση επενδύσεων για τη δημιουργία των απαραίτητων μονάδων, όσο και με τη μείωση του φόρου κατανάλωσης των βιοκαυσίμων, ώστε αυτά να γίνουν ανταγωνιστικά έναντι των συμβατικών. Στην Ελλάδα υπάρχουν σήμερα και έχουν άδεια λειτουργίας τέσσερα εργοστάσια παραγωγής βιοντήζελ, στο Κιλκίς, στο Βόλο, στην Πάτρα και στο Αχλάδι, ενώ όπως ανακοινώθηκε πρόσφατα πρόκειται να ιδρυθεί και ένα πέμπτο στη Θεσσαλονίκη.

Με νόμο (Ν. 3340/2005) που εξέδωσε το Υπουργείο Ανάπτυξης έχουν ήδη οριστεί ποσότητες βιοντήζελ που θα διατεθούν αποφορολογημένες (χωρίς τον ειδικό φόρο κατανάλωσης) στα επόμενα χρόνια. Αυτές ανέρχονται σε 51.000 κ.μ. για το 2005, 91.000 κ.μ. για το 2006 και 114.000 κ.μ. για το 2007. Οι συγκεκριμένες ποσότητες μπορεί να έχουν παραχθεί στην Ελλάδα ή και σε άλλη χώρα μέλος Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, 2006).

Ωστόσο στην Ελλάδα, η οποία ξεκινά με ιδιαίτερα χαμηλό ποσοστό, περίπου 0,7% είναι αμφίβολο εάν θα υπάρξει επαρκές ενδιαφέρον για επενδύσεις σε βιοκαύσιμα για την κάλυψη του στόχου 5,75% (μέχρι το 2010) εάν δεν δοθούν επιπλέον ισχυρά επενδυτικά κίνητρα. Επιπλέον με βάση το πρωτόκολλο του Κιότο, η Ελλάδα έχει δεσμευτεί να περιορίσει την αύξηση των εκπομπών της κατά την περίοδο 2008-2012 σε 25% σε σχέση με το έτος βάσης

(1990 για τα CO₂, C₂H₆, N₂O και 1995 τα HFC₅, PFC₅ και SF₆)'

Έχοντας υπόψη πως η συνεισφορά της γεωργίας στην εκπομπή των αερίων θερμοκηπίου ανέρχεται σε 7,9% των συνολικών εκπομπών, θα πρέπει να χρησιμοποιήσουμε 150.000 τόνους βιοντήζελ και 390.000 τόνους βιοαιθανόλης. Έχει υπολογιστεί ότι για παραγωγή 50.000 τόνων βιοντήζελ το χρόνο θα απαιτηθεί έκταση καλλιέργειας 526.000 στρεμμάτων ελαιοκράμβης. Το κόστος δημιουργίας της αντίστοιχης μονάδας επεξεργασίας εκτιμάται σε 263.000.000 ευρώ.

Με τη νέα ΚΑΠ προβλέπεται για τους καλλιεργητές ειδική ενίσχυση 4,50 ευρώ ανά στρέμμα καλλιέργειας που χρησιμοποιείται για παραγωγή βιοκαυσίμων και θερμικής ή ηλεκτρικής ενέργειας. Θα πρέπει να υπάρχει σύμβαση του καλλιεργητή με σχετική βιομηχανία αλλά μπορεί η επεξεργασία να πραγματοποιείται και από τον ίδιο. Για ολόκληρη την Ευρωπαϊκή Ένωση έχει καθοριστεί μια μέγιστη εγγυημένη έκταση 15.000.000 στρεμμάτων με ενεργειακές καλλιέργειες χωρίς να έχουν ακόμη οριστεί επιμέρους εθνικές εγγυημένες εκτάσεις (<http://www.minagric>).

4.1. Βελτίωση στην ελαιοκράμβη (*Brassica napus*)

Μαζί με τη σόγια (*Glycine max*), η ελαιοκράμβη (*Brassica napus*) ωφελείται από τη μοριακή γενετική και είναι υποκείμενες στις βιοτεχνολογικές μεθόδους (εικόνα). Συνεπώς, μερικές διαφορετικές διαδικασίες βελτίωσης, δηλ., τεχνικές απλοειδών όπως η καλλιέργεια μικροσπορίων για την παραγωγή των διπλο-απλοειδών γραμμών, ευρείς υβριδισμοί που χρησιμοποιούν τεχνικές διάσωσης εμβρύων, ή σύντηξη πρωτοπλαστών περιλαμβάνονται στη δημιουργία της νέας γενετικής παραλλακτικότητας. Μόλις προσδιοριστεί ένα χρήσιμο χαρακτηριστικό σε ένα βασικό απόθεμα βελτίωσης, π.χ., μια γραμμή ή ένα γενετικό υλικό μεταλλάξεων από έναν άγριο συγγενή, αυτό μπορεί να πάρει πολλά έτη για να ολοκληρώσει την ανάπτυξη των ποικιλιών που κατέχουν αυτό το νέο επιθυμητό χαρακτηριστικό. Η επιλογή με τη χρήση δεικτών έχει παρουσιάσει σημαντικό αντίκτυπο στην αποδοτικότητα της ρουτίνας βελτίωσης φυτών όπως τα προγράμματα επαναδιασταύρωσης. Από το ευρύ φάσμα των διαθέσιμων σήμερα βιοχημικών και μοριακών δεικτών, RFLPs, RAPDs, AFLPs, και microsatellites (η ενιαία ακολουθία επαναλαμβάνεται) είναι πιθανό να έχουν τη μέγιστη επίδραση στα προγράμματα βελτίωσης καλλιεργειών (βλ. Lydiate et Al 1995, Cheung και landry 1996).

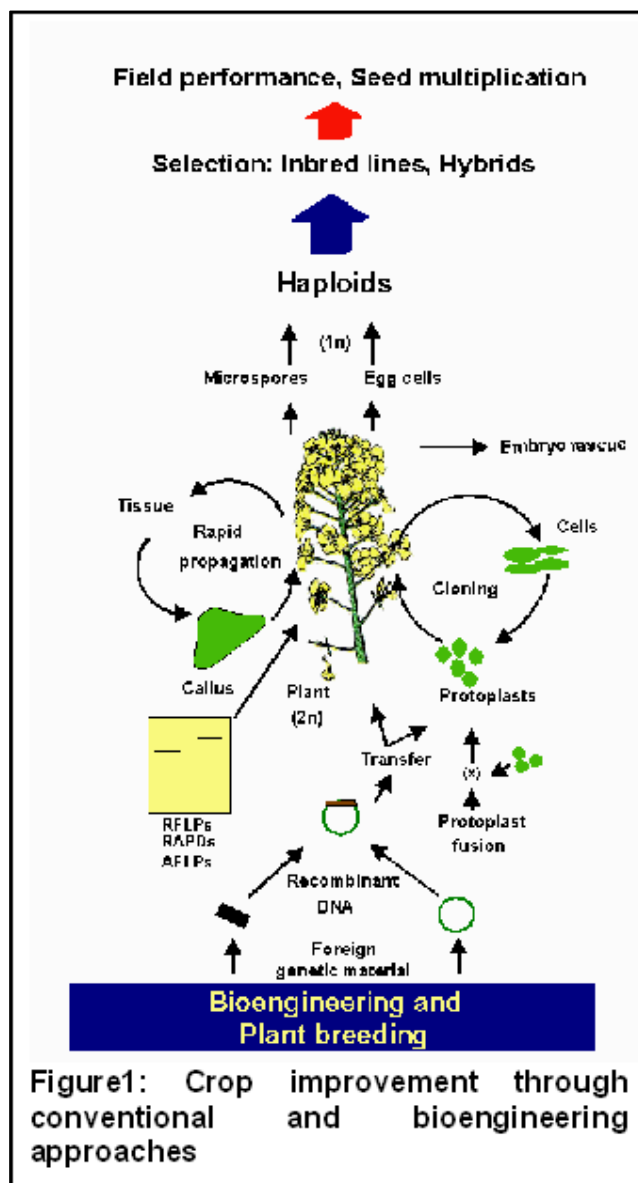


Figure1: Crop improvement through conventional and bioengineering approaches

Η επιλογή με τη χρήση δεικτών έχει παρουσιάσει σημαντικό αντίκτυπο στην αποδοτικότητα της ρουτίνας βελτίωσης φυτών όπως τα προγράμματα επαναδιασταύρωσης. Από το ευρύ φάσμα των διαθέσιμων σήμερα βιοχημικών και μοριακών δεικτών, RFLPs, RAPDs, AFLPs, και microsatellites (η ενιαία ακολουθία επαναλαμβάνεται) είναι πιθανό να έχουν τη μέγιστη επίδραση στα προγράμματα βελτίωσης καλλιεργειών (βλ. Lydiate et Al 1995, Cheung και landry 1996).

Επιπλέον, σε εκείνες τις περιπτώσεις όπου οι συμβατικές προσεγγίσεις δεν είναι ικανοποιητικές περαιτέρω η βελτίωση της σύνθεσης του ελαίου μπορούν να επιτευχθούν από την εφαρμοσμένη γενετική μηχανική, που χρησιμοποιείται για τη μεταφορά του συγκεκριμένου ξένου γονιδίου(ων) μεταξύ των απόμακρων ειδών ή για

έμφυτα αποτελεσματικά γονίδια παρεμπόδισης. Ποικίλα νέα γνωρίσματα έχουν εισαχθεί ήδη στην ελαιοκράμβη και άλλες καλλιέργειες φυτών και έχουν αξιολογηθεί σε υπαίθριες δοκιμές από την αρχή της δεκαετίας του '90 συμπεριλαμβανομένων των γενετικά τροποποιημένων υβριδικών συστημάτων, την ανθεκτικότητα στα ζιζανιοκτόνα ευρέως-φάσματος, το τροποποιημένο έλαιο και την πρωτεϊνική σύνθεση, και πολλά άλλα γνωρίσματα που αυξάνουν την οικονομική αξία της καλλιέργειας της ελαιοκράμβης. Σε σύγκριση με την πιο περιοριστική κατάσταση στην Ευρώπη, η δοκιμή και η αποδοχή πεδίων στην αγορά νέων γεωργικών προϊόντων στη Βόρεια Αμερική συνεχίζουν το γρήγορο ρυθμό τους.

Όσον αφορά τη θρεπτική χρήση των φυτικών ελαίων η καλλιέργεια νέων ελαιούχων σπόρων, που χρησιμοποιούν είτε τη βιοτεχνολογία είτε τις παραδοσιακές μεθόδους βελτίωσης φυτών οδηγούνται πάντα από τη ζήτηση των καταναλωτών και τη βιομηχανία τροφίμων, η οποία ήταν το αποτέλεσμα των τρεχουσών επιστημονικών θρεπτικών συστάσεων. Αυτές οι ανάγκες έχουν οδηγήσει στην εμπορευματοποίηση διάφορων ελαιούχων σπόρων με τροποποιημένα σχεδιαγράμματα λιπαρού οξέος, συμπεριλαμβανομένης της διπλα-χαμηλής ελαιοκράμβης (Canola), την χαμηλή σε λινολενικό οξύ σόγια και το λιναρόσπορο καθώς επίσης και τον υψηλό σε ελαϊκό οξύ ηλίανθο. Αυτές οι ευκαιρίες διευρύνουν τη χρήση των προϊόντων και επιτρέπουν την εκμετάλλευση των μεγάλης αξίας αγορών.

Η ποιοτική βελτίωση στην ελαιελαιοκράμβη (*B. napus*) είναι ένα από τα καλύτερα παραδείγματα της επιρροής των θρεπτικών ανησυχιών πάνω στις τροποποιήσεις λιπαρού οξέος στους ελαιούχους σπόρους. Ταΐζοντας τον high-erucic acid rapeseed (HEAR) - που περιέχει περίπου 45-50% των συνολικών λιπαρών οξέων του ως erucic acid (22:1n-9) - σε αρουραίους οδήγησε σε μυοκαρδιακή ζημία που χαρακτηρίζεται από συσσώρευση λίπους και καταστροφή ιστού. Παρά τα σταθερά στοιχεία ότι αυτό το λιπαρό οξύ ήταν περισσότερο μια απειλή στους αρουραίους απ'ό,τι στον άνθρωπο, αυτές οι θρεπτικές ανησυχίες οδήγησαν στην ανάπτυξη του ελαίου ελαιοκράμβης με χαμηλά 22:1n-9 επίπεδα με τη χρησιμοποίηση των παραδοσιακών τεχνικών βελτίωσης επιλογής (βλ. Ackman 1990, Lóhs και Friedt 199β).

Σήμερα, το έλαιο των σύγχρονων ποικιλιών ελαιοκράμβης που στερούνται σχεδόν τα θρεπτικά ανεπιθύμητα μακράς αλυσίδας λιπαρά οξέα εκτιμάται ιδιαίτερα λόγω του προφίλ λιπαρού οξέος του, το οποίο συνάδει με τις νέες συστάσεις υγείας για να μειώσει τη συνολική διαιτητική λήψη κορεσμένων λιπαρών οξέων. Το τρέχον

ενδιαφέρον για τις θρεπτικές και τις επιπτώσεις στην υγεία των λιπαρών οξέων, όπως laurate (12:0), myristate (14:0) και palmitate (16:0), αφορά τα στοιχεία που συνδέουν τη μεγάλη λήψη αυτών των λιπαρών οξέων στη διατροφή με τα αυξανόμενα επίπεδα χοληστερόλης του αίματος, της αρτηριοσκλήρωσης και του υψηλού κινδύνου στεφανιαίων καρδιακών παθήσεων (Grundy και Denke 1990, Gurr 1992, HU et Al 1997). (http13)

Αντίθετα στη θρεπτική ανάγκη ορισμένων n-6 και n-3 πολυακόρεστων λιπαρών οξέων (PUFA), το ελαίου της Canola ή της σόγιας που περιέχει 8-10% λινολενικό οξύ (18:3n-3), είναι πιο εκτεθειμένο στη γρήγορη οξειδωτική ζημία από τα έλαια με ελάχιστα ή κανένα 18:3n-3 (πίνακας 1). Παραδείγματος χάριν η οξείδωση linoleate (18:2n-6) και linolenate είναι περίπου 10 και 25 φορές υψηλότερη, αντίστοιχα, από αυτή του ελαϊκού οξέος (Frankel 1991, Kinsella 1991, Carlson 1995, Horrobin 1995, Lands 1997). Το χαρακτηριστικό χαμηλού λινολενικού οξέος δημιουργήθηκε στην ελαιοκράμβη (*B.napus*) χρησιμοποιώντας τη χημική μεταλλαξογένεση και την ακόλουθη επιλογή για τις αλλαγμένες αναλογίες του λινελαϊκού/λινολενικού οξέος που διευκολύνθηκαν από τις γρήγορες μεθόδους διαλογής όπως είναι το θειοβαρβιτουρικό οξύ (TBA)-test .

Πίνακας 1: Προφίλ λιπαρών οξέων συγκεκριμένων γενοτύπων ελαιοκράμβης

Τύπος ελαίου/ποικιλία σπόρου	Προέλευση/μέθοδος	12:0*	14:0	16:0	18:0	18:1 n-9	18:2 n-6	18:3 n-3	20:1 n-9	22:1 n-9	Άλλα
Ελαιοκράμβη											
Ελαιοκράμβη υψηλή σε ερουκικό οξύ	Παραδοσιακή	-	-	3	1	11	12	9	8	52	4
Διπλά χαμηλή / Canola	Τυχαία μετάλλαξη	-	-	4	2	60	21	10	1	1	1
Χαμηλό λινολενικό οξύ Canola	Μεταλλαξογένεση	-	-	4	2	61	28	3	1	-	1
Λαουρικό οξύ Canola	Γενετική μηχανική	37	4	3	1	33	12	7	-	-	3
Υψηλό Μυριστικό/παλμιτικό οξύ	Γενετική μηχανική	-	18	23	2	34	15	4	-	-	4
Υψηλό ελαϊκό οξύ Canola	Μεταλλαξογένεση/ διαγονιδιακό			4	1	84	5	3	1	-	2

* λιπαρά οξέα: 12:0 = λαουρικό, 14:0 = μυριστικό, 16:0 = παλμιτικό, 18:0 = στεαρικό, 18:1n-9 = ελαϊκό, 18:2n-6 = λινολενικό, 18:3n-3 = α-λινολενικό, 20:1n-9 = εικοσενοϊκό, 22:1n-9 = ερουκικό οξύ

Παρά την απελευθέρωση διάφορων канаδικών ανοιξιότικων ποικιλιών ελαιοκράμβης (Stellar, Apollo και Allons) μόνο πρόσφατα επιτεύχθηκε να μεταφερθεί αυτό το χαρακτηριστικό στις κατάλληλα προσαρμοσμένες γραμμές χειμερινής ελαιοκράμβης (Rakow 1973, Rücker and Röbbelen 1996, Scarth et al. 1997). Για να αυξήσει την περιεκτικότητα σε ελαϊκό οξύ επάνω από 80% και, ταυτοχρόνως, να χαμηλώσει το επίπεδο PUFA έχουν χρησιμοποιηθεί διάφορες βελτιωτικές διαδικασίες, συμπεριλαμβανομένης της μεταλλαξογένεσης που εφαρμόζεται στους σπόρους (Auld et al. 1992, Rücker and Röbbelen 1995) ή τα έμβρυα που παράγονται από μικροσπόρια (Wong et Al 1991).

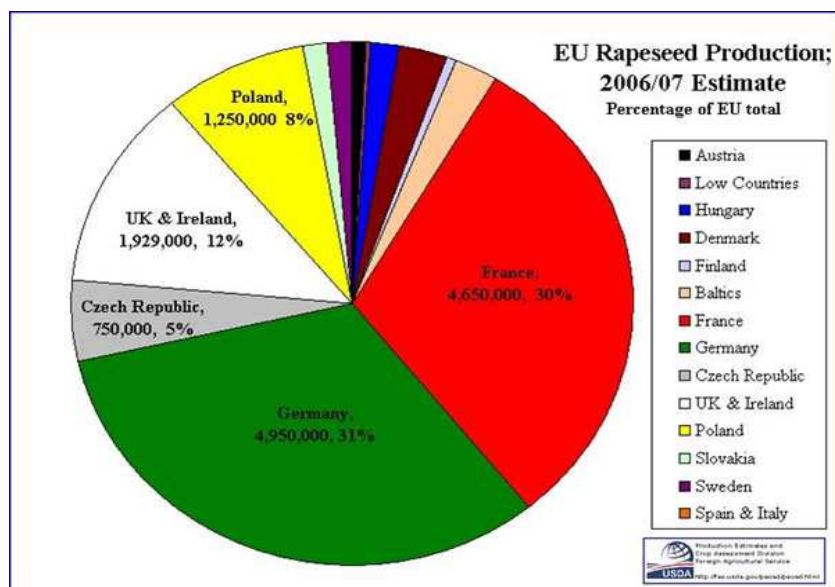
Επιπλέον, τα σχετικά γονίδια _ 12 ή _ 15 desaturases έχουν απομονωθεί και κατά συνέπεια η ελαιοκράμβη είναι γενετικά κατασκευασμένη και οδηγεί είτε στα

υψηλό-ελαϊκά οξέα είτε υψηλο-λινελαϊκά οξέα σχεδιαγράμματα (βλ. Hitz et Al 1995, Scheffler et Al 1997).

Τα φυτικά έλαια με υψηλά 18:1n-9 ή/και χαμηλό περιεχόμενο 18:3n-3 πωλούνται ως εμφιαλωμένο έλαιο μαγειρικής καθώς επίσης και για τις εφαρμογές τροφίμων που απαιτούν το υψηλό μαγείρεμα και τη σταθερότητα θερμοκρασίας τηγανίσματος συμπεριλαμβανομένων των προϊόντων εκτεταμένης διάρκειας διατήρησης (όπως τα τρόφιμα πρόχειρων φαγητών). Η αύξηση της συγκέντρωσης των 18:1n-9 και παράλληλη μείωση των επιπέδων PUFA μειώνει την ανάπτυξη δυσάρεστης γεύσης και οσμών που δείχνουν οξειδωτική τάγγιση του ελαίου (Warner και τοποθετεί το 1993). Παρέχοντας οξειδωτική σταθερότητα χωρίς εκτενή υδρογόνωση τα υψηλο-ελαϊκά και χαμηλο-λινολενικά έλαια αναπτύσσονται πρώτιστα για να μειώσουν τα *trans*- λιπαρά οξέα που διαμορφώνονται κατά τη διάρκεια της υδρογόνωσης των φυτικών ελαίων. Η θρεπτική έρευνα προτείνει ότι αυτά τα γεωμετρικά ισομερή των *cis* - λιπαρών οξέων μπορούν να έχουν τα αρνητικά θρεπτικά αποτελέσματα. Τα *trans*-λιπαρά οξέα εμφανίζονται να αυξάνουν τα χαμηλής πυκνότητας επίπεδα χοληστερόλης λιποπρωτεϊνών (LDL) και μπορούν να μειώσουν τα υψηλής πυκνότητας επίπεδα χοληστερόλης λιποπρωτεϊνών (HDL) σε μια μεγαλύτερη έκταση από τα κορεσμένα λιπαρά οξέα (Mensink και Katan 1993). Αυτές οι ανησυχίες οδήγησαν στη σύσταση για να μειωθεί το ποσό τους στη διατροφή. Αφού τα *trans*-λιπαρά οξέα είναι αναπόφευκτα κατά τη διάρκεια της ελαιοεπεξεργασίας, θα υπάρξει μια αυξανόμενη ανάγκη για τα έλαια MUFA που δεν απαιτούν εκτενή υδρογόνωση (HU et Al 1997). (http14)

Ορισμένα τρόφιμα που απαιτούν τα έλαια με τις συγκεκριμένες χρήσεις, όπως συντομευτικά ψησίματος και μαργαρίνες, έλαια υψηλά σε κορεσμένα λιπαρά οξέα προσφέρουν ένα μικρό πλεονέκτημα στον ενδεχομένως αρνητικό αντίκτυπο υγείας των ελαίων, συγκεκριμένα των *trans* - λιπαρών οξέων. Τα έλαια Canola και σόγιας με τα υψηλά επίπεδα κορεσμένων λιπαρών οξέων αναπτύσσονται για να αντικαταστήσουν τα ζωικά λίπη και τα τροπικά έλαια στις μαργαρίνες και τα προϊόντα βιομηχανιών ζαχαρωδών προϊόντων (βλ. Lóhs και Friedt 1998). Οι υψηλές παλμιτικές σειρές Canola *B.napus* έχουν αναπτυχθεί από την εισαγωγή ενός γονιδίου thioesterase 16:0-ACP που απομονώθηκε από το *Cuphea hookeriana* (Jones et Al 1995). Η εισαγωγή του γονιδίου *CIFatB4* από το *C.lanceolata* οδήγησε στη διαγονιδιακή ελαιοκράμβη με ένα υψηλό ποσό (περισσότερο από 40%) στις 14:0 και 16:0 (Rudloff και Wehling 1998). Η High-laurate Canola αναπτύχθηκε από την Calgene Inc. χρησιμοποιώντας την acyl-ACP thioesterase που απομονώθηκε από

τη California Bay Laurel (*Umbellularia californica*) ένα είδος δάφνης. Ήταν η πρώτη διαγονιδιακή καλλέργεια ελαιούχων σπόρων που παρήχθη εμπορικά στον κόσμο το 1995. Αυτό το έλαιο ελαιοκράμβης περιέχει περίπου 40 wt-% lauric acid και είναι - λόγω της συγκεκριμένης triacylglycerol του σύνθεσης - κατάλληλο για χρήση στη βιομηχανία ζαχαρωδών προϊόντων, για επιστρώματα τροφίμων, τα μιμούμενα γαλακτοκομικά προϊόντα, τις γαρνιτούρες αρτοποιίας και τα παγωτά, τις σάλτσες και τις αλοιφές (Friedt and Lühs 1998). ([http10](http://10))



Οι μεγαλύτεροι παραγωγοί ελαιοκράμβης, η Γερμανία και η Γαλλία, πρόκειται να αυξήσουν τις εκτάσεις φύτευσης κατά 6% και 7%, δηλ. 1,4 εκατομμύρια εκτάρια και 1,3 εκατομμύρια εκτάρια αντίστοιχα. ([http11](http://11))

Εικόνα 1: Παραγωγή ελαιοκράμβης στην Ε.Ε. (2006/07)
Πηγή : [http11](http://11)

4.2. Λιπαρά οξέα και ωφελιμότητα

Η σωστή και ισορροπημένη διατροφή του ανθρώπου πρέπει να περιλαμβάνει απαραίτητα ζωικά και φυτικά λίπη που προσφέρουν σημαντικές ποσότητες ενέργειας και αλλά και πολλές σημαντικές βιολογικές δράσεις για τον οργανισμό. Τα ζωικά λίπη, όπως το βούτυρο, το λίπος του κρέατος και το λαρδί είναι στερεά, ενώ οι φυτικές λιπαρές ύλες, όπως το ελαιόλαδο, το καλαμποκέλαιο κ.λπ. είναι υγρά. Από χημική άποψη τα λίπη και τα φυτικά έλαια είναι τριγλυκερίδια, δηλαδή τριεστέρες της γλυκερόλης με τρία καρβοξυλικά οξέα που φέρουν ανθρακικές αλυσίδες μεγάλου μήκους. Τα λιπαρά οξέα (fatty acids, FA) που προέρχονται από την υδρόλυση των τριγλυκεριδίων δεν είναι συνήθως διακλαδισμένα και περιέχουν άρτιο αριθμό ατόμων άνθρακα, από 12 μέχρι 26.

Τα λιπαρά οξέα διακρίνονται σε κορεσμένα λιπαρά οξέα (saturated fatty acids, SFA) αν δεν διαθέτουν διπλούς δεσμούς στην αλειφατική αλυσίδα και σε ακόρεστα λιπαρά οξέα (unsaturated fatty acids, UFA). Αν τα τελευταία διαθέτουν ένα διπλό δεσμό ονομάζονται μονοακόρεστα λιπαρά οξέα (monounsaturated fatty acids, MUFA) και αν διαθέτουν δύο ή περισσότερους ονομάζονται πολυακόρεστα λιπαρά οξέα (polyunsaturated fatty acids, PUFA). Τα πιο διαδεδομένα λιπαρά οξέα είναι τα ακόλουθα:

Κορεσμένα λιπαρά οξέα	$\text{CH}_3[\text{CH}_2]_{14}\text{COOH}$ (παλμιτικό οξύ), $\text{CH}_3[\text{CH}_2]_{16}\text{COOH}$ (στεατικό οξύ)
Μονοακόρεστα λιπαρά οξέα	$\text{CH}_3[\text{CH}_2]_7\text{CH}=\text{CH}[\text{CH}_2]\text{COOH}$ (ελαϊκό οξύ)
Πολυακόρεστα λιπαρά οξέα	$\text{CH}_3[\text{CH}_2]_4\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}[\text{CH}_2]_7\text{COOH}$ (λινελαϊκό οξύ), $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}[\text{CH}_2]_7\text{COOH}$ (α-λινολενικό οξύ)

Ένας συνηθισμένος συντομογραφικός τρόπος χαρακτηρισμού των ακόρεστων οξέων είναι με δύο αριθμούς: [X:Y], όπου X: ο ολικός αριθμός ατόμων άνθρακα και Y: ο αριθμός διπλών δεσμών, έτσι το ελαϊκό οξύ είναι ένα [18:1] οξύ, το λινελαϊκό είναι ένα [18:2] οξύ και το α-λινολενικό είναι ένα [18:3] οξύ. Το α στο τελευταίο δηλώνει ένα από τα πολλά δυνατά ισομερή (θέσης διπλών δεσμών), π.χ. το γ-λινολενικό οξύ είναι το: $\text{CH}_3[\text{CH}_2]_4\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}[\text{CH}_2]_4\text{COOH}$. Για πλήρη περιγραφή της χημικής δομής θα πρέπει επιπλέον να περιλαμβάνονται οι θέσεις και η γεωμετρική ισομέρεια (Z/E ή cis/trans) των διπλών δεσμών, έτσι π.χ. το α-λινολενικό οξύ περιγράφεται ως: [18:3 9Z,12Z,15Z].

Η γεωμετρική ισομέρεια των διπλών δεσμών (όπου υπάρχουν) στα φυσικά ακόρεστα λιπαρά οξέα είναι κατά κανόνα cis. Ωστόσο, υπάρχουν κάποια φυσικά και κυρίως συνθετικά ακόρεστα λιπαρά οξέα με trans- διπλούς δεσμούς (τα συνθετικά δημιουργούνται κατά τη μερική υδρογόνωση ακόρεστων φυτικών ελαίων). Επίσης έχει διαπιστωθεί ότι η παρατεταμένη θέρμανση cis- λιπαρών οξέων, τα μετατρέπει σταδιακά σε trans-.

Σε αντίθεση με τα cis- ακόρεστα λιπαρά οξέα που είναι ευεργετικά στην υγεία του ανθρώπου, τα trans- ακόρεστα φαίνεται ότι είναι επιβλαβή. Μια πιθανή δυσμενής επίπτωση είναι η υποκατάσταση των δύσκολα οξειδούμενων κορεσμένων λιπαρών

οξέων, από τα εύκολα οξειδούμενα ακόρεστα λόγω της παραπλήσιας στερεοχημικής δομής (πρακτικώς εξίσου ευθύγραμμα) στη δομή των κυτταρικών μεμβρανών, γεγονός που τις καθιστά πιο ευπρόσβλητες στις οξειδώσεις. (Δημόπουλος ΚΑ, Αντωνοπούλου Σ, McMurry J)

Τα **ωμέγα-3** λιπαρά οξέα βρίσκονται σε υψηλές συγκεντρώσεις στα λιπαρά ψάρια και στα ιχθυέλαια και σε μικρότερες αναλογίες (με ορισμένες εξαιρέσεις) στα φυτικά έλαια. Η κατανάλωσή τους έχει συσχετισθεί με τον μειωμένο κίνδυνο καρδιαγγειακών ασθενειών. Αρχικές έρευνες διαπίστωσαν τα ευεργετικά αποτελέσματα στο καρδιαγγειακό σύστημα των Εσκιμών Ινουί στη Γροιλανδία, που τα ψάρια, όπως μουρούνες και μπακαλιάρη, αποτελούν την κύρια τροφή τους. (Bang HO, Dyerberg J)

Τέλος, αξίζει να αναφερθούμε σε ένα λιπαρό οξύ, το ελαϊκό οξύ (ωμέγα -9), το οποίο, μαζί με τα αντιοξειδωτικά του παρθένου ελαιόλαδου, έχει ευεργετικότερη επίδραση στο καρδιαγγειακό σύστημα, ενώ υπάρχουν ενδείξεις ότι μειώνει τον κίνδυνο του καρκίνου, ιδίως του ορθού και του παχέος εντέρου, του στήθους, του προστάτη του παγκρέατος και του ενδομητρίου.

Ωμέγα-9 (ολεϊκό οξύ, ελαιόλαδο). Το Ολεϊκό οξύ ή Ωμέγα-9 είναι μονοακόρεστο λίπος, καθώς περιέχει 18 άτομα άνθρακα και ένα διπλό δεσμό στη θέση 9.

Έχει αποδειχθεί αποτελεσματικό στην ελάττωση των επιπέδων χοληστερόλης στους κατοίκους χωρών - όπως η Ελλάδα, η Ιταλία και η Ισπανία, όπου γίνεται καθημερινή κατανάλωση ελαιολάδου με τα γεύματα.

Ένα μείγμα αυτών των λιπαρών οξέων Ωμέγα-3 και -9 ,παρέχει έναν εξαιρετικά αποτελεσματικό συνδυασμό για την ελάττωση των επιπέδων χοληστερόλης και τριγλυκεριδίων (<http://aloeveragreecce.blogspot.com/2008/03/3.html>)

Συμπερασματικά, τα οφέλη των ωμέγα λιπαρών οξέων, ιδίως των ωμέγα 3 λιπαρών οξέων είναι πολλαπλά, για αυτό καλό θα ήταν να τα εντάξουμε στη διατροφή μας, είτε με την πρόσληψη τους από τις τροφές, είτε με τη χρήση διατροφικών συμπληρωμάτων.

4.3. Γενετική βελτίωση και περιβαλλοντικοί κίνδυνοι

Υπάρχουν πολλές ποικιλίες ελαιοκράμβης τόσο για παραγωγή βρώσιμου ελαίου όσο και κοινού, κατάλληλου για άλλες χρήσεις (βιοντήζελ). Στόχοι των προγραμμάτων βελτίωσης των τελευταίων ετών ήταν η βελτίωση της σύστασης του ελαίου, η ανάπτυξη ποικιλιών με ανθεκτικότητα σε ζιζανιοκτόνα για τη διευκόλυνση της καταπολέμησης των πλατύφυλλων κυρίως ζιζανίων και η δημιουργία υβριδίων F₁. Το κατάλληλο κραμβέλαιο για την παραγωγή βιοντήζελ πρέπει να έχει υψηλές συγκεντρώσεις μονοακόρεστων λιπαρών οξέων. Οι επιστήμονες έχουν καταφέρει μέσω της γενετικής βελτίωσης να αυξήσουν τις συγκεντρώσεις από 60% το 1988 σε 87% σήμερα. (Science Illustrated, 30,2006). Ανησυχίες προκλήθηκαν σχετικά με την καλλιέργεια γενετικά τροποποιημένης -ανθεκτικής σε ζιζανιοκτόνα -ελαιοκράμβης. Η ελαιοκράμβη είναι φυτό που εξημερώθηκε πρόσφατα και για το λόγο αυτό μπορεί να περιέλθει σε άγρια κατάσταση και να μετατραπεί σε ζιζάνιο σχετικά εύκολα. (Conner et. al., 2003).

Να σημειωθεί εδώ ότι ενώ στη Βόρειο Αμερική καλλιεργείται σε μεγάλο ποσοστό γενετικώς τροποποιημένη ελαιοκράμβη, στην Ευρώπη δεν καλλιεργείται καθόλου. Μολονότι η ελαιοκράμβη έχει διάφορους άγριους συγγενείς (άγρια ρέβα και αγριοσινάπι) δεν συμβαίνει οπωσδήποτε σταυρογονιμοποίηση, δεδομένου ότι αυτογονιμοποιείται σε ποσοστό 70% (Abe, 3,2002). Τα άνθη παράγουν σημαντικές ποσότητες γύρης, η οποία όμως μπορεί να μεταφερθεί σε μικρές μόνο αποστάσεις μέσω ανέμου. Παράγει μεγάλο αριθμό σπόρων οι οποίοι πέφτουν σε λήθαργο και έτσι μπορεί να επιβιώνει για πολλά χρόνια στο περιβάλλον. Επιπλέον χρησιμοποιείται ως μοντέλο για τη μελέτη του κινδύνου εισβολής και εξάπλωσης γενετικά τροποποιημένων (Γη φυτών σε διάφορα οικοσυστήματα).

Οι μέχρι τώρα έρευνες πάντως έδειξαν ότι οι ΓΤ ποικιλίες ελαιοκράμβης-ανθεκτικές σε διάφορα ζιζανιοκτόνα- δεν εξαπλώνονται περισσότερο από τις κοινές (Crawley et. al., 2001). Φυτά ελαιοκράμβης ΓΤ και μη, επιζούν για περισσότερα από πέντε χρόνια στο περιβάλλον και έχει βρεθεί μετά από έρευνα στο Ηνωμένο Βασίλειο ότι ένα σημαντικό ποσοστό των αυτοφυών αυτών πληθυσμών στη Σκωτία και την Αγγλία έδειξαν ότι οι θέσεις τους συμπίπτουν με τις διαδρομές των μέσων μεταφοράς (Senior & Dale, 2002). Κάτι τέτοιο φαίνεται

να συμβαίνει και στη χώρα μας, τα φυτά με τα κίτρινα άνθη κατά μήκος των οδικών αξόνων είναι μάλλον αποτέλεσμα βλάστησης σπόρων ελαιοκράμβης που προέρχεται από απώλειες κατά τη μεταφορά τους στις γειτονικές χώρες.

Έκθεση του European Science Foundation και του European Agency περιγράφει την ελαιοκράμβη ως "φυτό υψηλής επικινδυνότητας όσον αφορά τη γονιδιακή ροή από καλλιέργεια σε καλλιέργεια και από καλλιέργεια σε άγριους συγγενείς". Αυτό θα πρέπει να ερμηνευτεί ως "υψηλός κίνδυνος γονιδιακής ροής χαμηλού επιπέδου", δηλαδή ότι συντελείται πολύ χαμηλό ποσοστό πραγματικής τελικής επικοινωνίας σε συνθήκες αγρού (Abe, 2002).

Μία πενταετής έρευνα την οποία πραγματοποίησε μια κοινοπραξία ερευνητικών ιδρυμάτων στη Γαλλία (συντονιζόμενα από το Centre Technique Interprofessionnel des Oleagineux Metropolitains, 2000) δεν βρήκε καμία διασταύρωση ελαιοκράμβης ανθεκτικής στα ζιζανιοκτόνα με κάποιο είδος αγριοσιναπιού, είτε στους πειραματικούς αγρούς ή σε άλλο κοντινό σημείο. Η μεγάλη πλειοψηφία σταυρεπικοινωνίας με άγρια συγγενή είδη που θα μπορούσε να προκύψει σε ορισμένες περιστάσεις θα ήταν έξω από τα όρια του αγρού και δεν θα ψεκαζόταν με κανένα ζιζανιοκτόνο. Οπότε σε αυτή την περίπτωση θα είχαν ακριβώς τον ίδιο κύκλο ζωής με τα άλλα ζιζάνια, η ανθεκτικότητα δεν θα προσέφερε στα φυτά κάποιο ανταγωνιστικό πλεονέκτημα και είναι πολύ πιθανό το γονίδιο να επιβίωνε για περισσότερο από λίγες γενιές.

Φυτά εθελοντές ελαιοκράμβης υπάρχουν εκτός των ορίων του αγρού: τα έντονα κίτρινά τους άνθη ξεχωρίζουν το καλοκαίρι. Όμως, όπως όλα τα καλλιεργούμενα φυτά, μάλλον δεν μπορούν να ανταγωνιστούν τα άγρια φυτά και φυσικά εξαφανίζονται μετά από δύο καλλιεργητικούς κύκλους το πολύ. Και πάλι, η σταυροεπικοινωνία δεν τους δίνει κανένα εξελικτικό πλεονέκτημα και δεν μεταφέρουν την ανθεκτικότητά τους στα ζιζανιοκτόνα, στην ευρύτερη δεξαμενή γονιδίων.

Μια δεκαετής μελέτη που πραγματοποιήθηκε από ερευνητές στο Imperial College του Λονδίνου (Crawley, 2001) σε συμβατικές και γενετικώς τροποποιημένες καλλιέργειες σε φυσικά περιβάλλοντα δεν εντόπισε, όπως και ήταν αναμενόμενο, αύξηση της ανταγωνιστικότητας των γενετικώς τροποποιημένων ποικιλιών. Μετά από τέσσερα χρόνια, δεν είχαν επιβιώσει φυτά ελαιοκράμβης.

Η συμβατική ελαιοκράμβη (OSR - Oil seed rape) την οποία

χρησιμοποιούμε στη διατροφή μας προέρχεται από την (HEAR - high erucic acid rape), και η σταυρεπικονίαση μεταξύ των δύο είναι εφικτή. Επομένως εκτός από τις περιπτώσεις καλλιέργειών για σποροπαραγωγή στις οποίες πρέπει φυσικά να τηρείται αυστηρή απομόνωση, σχετική απομόνωση απαιτείται και για την καλλιέργεια της βρώσιμης ελαιοκράμβης. Έχει αναφερθεί περίπτωση "μόλυνσης" καλλιέργειας μέσω σταυρεπικονίασης από παρακείμενη καλλιέργεια, η οποία δεν ήταν βελτιωμένη και παρήγαγε έλαιο με υψηλό ποσοστό ερουκικού οξέος (Bílsboþow κ. συν. 1998). Το ίδιο μπορεί να συμβεί και από συγγενή ζιζάνια ή φυτά από σπόρο διαφορετικής ποικιλίας που παρέμεινε στο χωράφι από προηγούμενη καλλιέργεια. Καθώς εξελίσσεται η επιστήμη, θα ξεκινήσουν να παράγονται γενετικώς τροποποιημένα φυτά τα οποία δεν θα μπορούν να μεταφέρουν τα γονίδιά τους σε συγγενή είδη, επειδή για παράδειγμα, τα γονίδια δεν θα εμφανίζονται στη γύρη. Αυτό θα είναι ζωτικής σημασίας και θα αποφευχθούν όλες οι επιζήμιες συνέπειες επιμόλυνσης.

4.4. Αποτελέσματα από την καλλιέργεια γενετικά τροποποιημένης ελαιοκράμβης

Η έκταση που καλλιεργήθηκε παγκοσμίως με γενετικώς τροποποιημένα φυτά κατά το 2003 ήταν 677 εκατομμύρια στρέμματα. Το 73% της έκτασης αυτής καλλιεργήθηκε με γενετικώς τροποποιημένα φυτά (σόγια, βαμβάκι, αραβόσιτος, ελαιοκράμβη) - ανθεκτικά σε ζιζανιοκτόνα (glyphosate, glufosinate, bromoxynil), το 18% με φυτά ανθεκτικά σε έντομα, το 8% με φυτά ανθεκτικά σε έντομα και ζιζανιοκτόνα, ενώ το 1 % με αντοχή σε ασθένειες. Η γενετικώς τροποποιημένη ελαιοκράμβη (με ανθεκτικότητα σε ζιζανιοκτόνα) κάλυψε το 11% (72.000.000 στρέμματα) αυτής της έκτασης, ενώ η αναλογία της ως προς τη συνολική παγκοσμίως καλλιεργηθείσα έκταση φτάνει το 16% (225.000.000 στρέμματα) (James, 2003).

Το 63% της συνολικής έκτασης που καλλιεργήθηκε παγκοσμίως με γενετικώς τροποποιημένα φυτά το 2003 ήταν στις Ι-Π1Α, ενώ το 21%, 6% και 4% στην Αργεντινή, τον Καναδά, τη Βραζιλία και την Κίνα αντίστοιχα. Το υπόλοιπο 2% τον γενετικώς τροποποιημένων φυτών καλλιεργήθηκαν στη Νότια Αφρική, Αυστραλία, Ινδία (Ελευθεροχωρινός, 2006). Η αξιολόγηση των γενετικώς

τροποποιημένων ποικιλιών ελαιοκράμβης στον Καναδά έδειξε ότι η ανθεκτικότητά τους στο ζιζανιοκτόνο glyphosate ή στο glufosinate δεν επηρεάζεται σημαντικά από την αντίστοιχη εφαρμογή των ζιζανιοκτόνων στις συνιστώμενες δόσεις τους, ενώ η απόδοση, η περιεκτικότητα σε λάδι και σε πρωτεΐνες ήταν εξίσου καλές και συχνά μεγαλύτερες από εκείνες των μη γενετικώς τροποποιημένων ποικιλιών (Stringam κ. συν., 2003). Όλα αυτά εξηγούν το γεγονός της πρόσφατης επέκτασης των γενετικώς τροποποιημένων ποικιλιών ελαιοκράμβης στο 55% της συνολικής καλλιεργούμενης με ελαιοκράμβη έκτασης στον Καναδά. Επίσης, στις ΙΠΑ η απλή εφαρμογή ενός εκ των δύο ζιζανιοκτόνων glyphosate ή glufosinate είχε άριστη αποτελεσματικότητα εναντίων των ζιζανίων και αύξησε την απόδοση και την περιεκτικότητα σε λάδι, σε επίπεδα ίσα και συχνά υψηλότερα εκείνων των μη γενετικώς τροποποιημένων ποικιλιών ελαιοκράμβης (Harker κ. συν., 2000, Stringam κ. συν., 2003).

Σε μια πρόσφατη ανασκόπηση (philips & Park, 2002) εκτιμήθηκε ότι αν στο 50% της ελαιοκράμβης που καλλιεργείται στην Ευρώπη χρησιμοποιούσαν τα χαρακτηριστικά που προκύπτουν από τη γενετική τροποποίηση, θα έπρεπε να ψεκαστούν 75.000.000 στρέμματα λιγότερα. Αυτό θα σήμαινε εξοικονόμηση άνω των 20.000.000 λίτρων καυσίμων ντήζελ και μείωση των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα κατά 73.000 τόνους το χρόνο και επιπλέον την προφανή εξοικονόμηση στα αγροχημικά (Abe, 2002).

Τα ζητήματα που προέκυψαν από την καλλιέργεια των γενετικώς τροποποιημένων ποικιλιών ελαιοκράμβης είναι:

- •
- Η εκλεκτική μεταφυτρωτική καταπολέμηση ορισμένων δυσεξόντων ζιζανίων.
- Η αντιμετώπιση ανθεκτικών (σε άλλα ζιζανιοκτόνα) βιοτύπων ζιζανίων.
- Η αύξηση των επιλογών καταπολέμησης των ζιζανίων.

- Η μείωση της ρύπανσης του περιβάλλοντος από ζιζανιοκτόνα με μεγαλύτερη υπολειμματική διάρκεια και μεγαλύτερο βαθμό έκπλυσης
- Η έκθεση του ανθρώπου σε λιγότερο επιβλαβή ζιζανιοκτόνα.

Οι αρνητικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις είναι:

- Η ανάπτυξη νέων ανθεκτικών βιοτύπων ζιζανίων.
- Η δυσκολία αντιμετώπισής τους (γενετικώς τροποποιημένα φυτά) όπου γίνονται φυτά εθελοντές.
- Η αλλαγή της χλωρίδας και της πανίδας.
- Η μείωση της γενετικής παραλλακτικότητας των καλλιεργούμενων φυτών (καλλιέργεια ορισμένων μόνο γενετικώς τροποποιημένων ποικιλιών).
- Η τυχαία ή τεχνικώς αναπόφευκτη μεταφορά γύρης από καλλιέργειες γενετικώς τροποποιημένων φυτών σε γειτονικές που καλλιεργούνται με συμβατικό ή βιολογικό τρόπο (πρόβλημα συνύπαρξης γενετικώς τροποποιημένων ή μη γενετικώς τροποποιημένων φυτών).

Η αποδοχή ή μη της καλλιέργειας γενετικώς τροποποιημένων ποικιλιών ελαιοκράμβης στη χώρα μας θα εξαρτηθεί από τους οικολογικούς κινδύνους που πιθανώς εγκυμονεί η καλλιέργειά τους.

4.4.1. Παραδείγματα νέων βελτιωμένων ποικιλιών ελαιοκράμβης

❖ Ελαιοκράμβη 611 45A37 & 46A40 (Pioneer Hi-Bred International)

Οι ποικιλίες αυτές παράγουν σπόρο με βελτιωμένη σύσταση ελαίου και συγκεκριμένα υψηλό ποσοστό λινολενικού οξέος. Έχουν δημιουργηθεί με συνδυασμό κλασικής γενετικής βελτίωσης με τις

ποικιλίες Stellar και Apollo, και τη χρήση του χημικού μεταλλαξογόνου εθυλνιτροζουρία σε σπόρο των ποικιλιών Regent, Toras και Andor. Το προϊόν αυτών ονομάζεται έλαιο «P6 canola» και έχει σύσταση που πλησιάζει αυτή του αραχιδελαίου και του ελαιολάδου.

❖ Ελαιοκράμβη611 23-18-17 & 23-198 (Calgene Inc.)

Οι ποικιλίες αυτές παράγουν σπόρο με βελτιωμένη σύσταση ελαίου και συγκεκριμένα υψηλό ποσοστό λαυρικού και μυριστικού οξέος. Έχουν δημιουργηθεί με την εισαγωγή ενός γονιδίου από το φυτό *Umbellularia californica* μέσω του βακτηρίου *Agrobacterium tumefaciens*. Το γονίδιο κωδικοποιεί την παραγωγή μιας θειοεστεράσης (TE), ένζυμο το οποίο επεμβαίνει στον κύκλο βιοσύνθεσης των λιπαρών οξέων του σπόρου. Το παραγόμενο από αυτές έλαιο, μπορεί να αντικαταστήσει το φοινικέλαιο.

❖ Ελαιοκράμβη611 GT73 (ii RT73) (Monsanto Company.)

Η ποικιλία αυτή είναι ανθεκτική στο ζιζανιοκτόνο glyphosate και προέρχεται από την Westar με γενετική τροποποίηση για να εκφράζει τα ένζυμα EPSPS και GOX. Το πρώτο γονίδιο απομονώθηκε από το *Agrobacterium tumefaciens* CP4, ενώ το δεύτερο από το *Ochrobactrum anthropi* LBAA και η μεταφορά έγινε μέσω του βακτηρίου *Agrobacterium tumefaciens*.

❖ Ελαιοκράμβη811 HCV92 (Aventis CropScience.)

Η ποικιλία αυτή είναι ανθεκτική στο ζιζανιοκτόνο glyphosate ammoniUill και προέρχεται από την Liberty Link με γενετική τροποποίηση για να εκφράζει το ένζυμο PAT. Το γονίδιο απομονώθηκε από τον ακτινομύκητα *Streptomyces uiridochromogenes* (τον ίδιο μικροοργανισμό από τον οποίο αρχικά

απομονώθηκε το glyphosate) και η μεταφορά έγινε μέσω του βακτηρίου *Agrobacterium tumefaciens*.

❖ Ελαιοκράμβη 811 Westar OXY-235 (Aventis CropScience.)

Η ποικιλία αυτή είναι ανθεκτική στα ζιζανιοκτόνα ioxynil και bromoxynil και προέρχεται από την Westar με γενετική τροποποίηση για να εκφράζει το ένζυμο νιτριλάση. Το γονίδιο bxn απομονώθηκε από το βακτήριο *Klebsiella pneumoniae* (subsp ozaenae) και η μεταφορά έγινε μέσω του βακτηριδίου *Agrobacterium tumefaciens*.

Τέλος αναφέρεται ότι υπάρχουν και υβρίδια ελαιοκράμβης της Aventis Cropscience (πρώην Plant Genetic Systems) τα οποία δημιουργήθηκαν από αρενόστειρες σειρές (Ms) (με την εισαγωγή του γονιδίου Barnase από το βακτήριο *Bacillus amyloliquefaciens*) και άλλες με γονίδια αποκατάστασης γονιμότητας (Rf) (εισαγωγή του γονιδίου barstar επίσης από το βακτήριο *Bacillus amyloliquefaciens*). Οι παραπάνω σειρές έχουν και ανθεκτικότητα στο ζιζανιοκτόνο glufosinate ammonium (ένζυμο PAT από τον ακτινομύκητα *Streptomyces viridochromogenes*), η οποία χρησιμοποιείται ως μέσω επιλογής κατά τη διαδικασία δημιουργίας τους.

Σημειώνεται ότι μόνο το εξαγόμενο έλαιο προορίζεται για ανθρώπινη κατανάλωση. Το καθαρισμένο και επεξεργασμένο έλαιο αποτελείται από 97% τριγλυκερίδια και δεν περιέχει ανιχνεύσιμη ποσότητα πρωτεΐνης, επομένως δεν περιέχει ούτε και τις πρωτεΐνες τις οποίες εκφράζουν τα νεοεισαχθέντα γονίδια. Φυσικά το κραμβάλευρο που προορίζεται για συστατικό ζωοτροφών περιέχει τις παραπάνω πρωτεΐνες, οι οποίες πάντως δεν φαίνεται να είναι τοξικές από τα αποτελέσματα των μέχρι τώρα ερευνών.

Ανάπτυξη υβριδίων ελαιοκράμβης

Η χρήση των υβριδίων ελαιοκράμβης άνοιξε καινούργιες δυνατότητες και ευκαιρίες στην τεχνική διαχείρισης αυτής της καλλιέργειας.

Τα υβρίδια επιτρέπουν τη βελτίωση της τεχνικής σποράς, βελτιώνουν τη

χρήση του αζώτου από πλευράς καλλιέργειας, αναπτύσσουν με τρόπο πιο αποτελεσματικό την αντοχή στα κυριότερα φυτοπαθολογικά προβλήματα και πετυχαίνουν μια ταχύτερη βελτίωση των ποιοτικών χαρακτηριστικών.

Η ευρωστία των υβριδίων, η μεγαλύτερη διαφοροποίηση των προϊόντων τους, η μεγάλη αντοχή στο χειμερινό ψύχος, η ομοιομορφία της καλλιέργειας και η αυξημένη αντοχή σε φυτοπαθολογικές προσβολές είναι μερικά από τα χαρακτηριστικά των υβριδίων που έχουν μεγάλη επίδραση στην τεχνική καλλιέργειας (Pioneer Hi- Breed, 2006).

Τα υβρίδια όπως φαίνεται στον πίνακα 2 προσφέρουν:

Πίνακας 2: Χαρακτηριστικά των υβριδίων και σημασία τους

Χαρακτηριστικό	Σημασία
Καλύτερη προσαρμογή στο περιβάλλον	Αυξημένη και σταθερή απόδοση σε διαφορετικές συνθήκες καλλιέργειας
Ευελξία στην εποχή σποράς	Σε σχέση με τα χαρακτηριστικά του υβριδίου
Δυνατότητα μείωσης της πυκνότητας σποράς	Πιο κανονική ανάπτυξη του φυτού, πιο ομοιόμορφη ωρίμανση. Δυνατότητα για σπορά ακριβείας.
Μεγαλύτερη ευκαιρία για σπορά με ελάχιστη καλλιέργεια ή χωρίς καλλιέργεια.	Μείωση κόστους καλλιέργειας
Κανονικότερο και ταχύτερο φύτευμα.	Μείωση των απωλειών, καλύτερος έλεγχος ζιζανίων
Αυξημένη αντοχή στο ψύχος	Μείωση απωλειών το χειμώνα
Ταχύτερη επανέναρξη της βλάστησης στο τέλος του χειμώνα	Ταχύτερη κάλυψη του εδάφους με καλύτερο έλεγχο ζιζανίων
Ομοιόμορφη άνθιση	Πιο κανονική ωρίμανση και μεγιστοποίηση συγκομιζόμενης παραγωγής
Ομοιόμορφη ωρίμανση	Καλύτερη φυσική ποιότητα σπόρου (Γρήγορη απώλεια υγρασίας, υψηλή περιεκτικότητα σε έλαιο)

Ειδικότερα, ορισμένες ιδιωτικές εταιρείες σποροπαραγωγής έκαναν ένα ακόμη βήμα μπροστά στη γενετική βελτίωση της ελαιοκράμβης, με την ανάπτυξη υβριδίων χαμηλού - ελεγχόμενου ύψους ή ημι-νάνα (semi-dwarf). Τα

συγκεκριμένα υβρίδια προσφέρουν τα εξής πλεονεκτήματα διαχείρισης:

- Πολύ πρώιμη σπορά, χωρίς τον κίνδυνο αυξημένων απαιτήσεων της καλλιέργειας.
- Δυνατότητα καλλιέργειας σε γονιμότερα εδάφη, λόγω της αυξημένης αντοχής στο πλάγιασμα (μέτρια ευρωστία).
- Μια πιο ορθολογική κατανομή του αζώτου επιφανειακά, σε σχέση με τις απαιτήσεις της καλλιέργειας (όψιμη επανέναρξη της βλάστησης).
- Αποτελεσματικότερη χρήση του αζώτου χάρη στη μειωμένη φυτική μάζα που αναπτύσσεται (βελτιωμένος δείκτης συγκομιδής).
- Δυνατότητα εισόδου στον αγρό για όψιμες φυτοπροστατευτικές επεμβάσεις στην καλλιέργεια.
- Αυξημένη ανθεκτικότητα στις κύριες μυκητολογικές προσβολές.

Βελτίωση ποιοτικών χαρακτηριστικών ελαιοκράμβης

Οι ελαιοδοτικές καλλιέργειες είναι σημαντικές πηγές ενέργειας, και για τον άνθρωπο και για τα ζώα. Είναι επίσης πηγές και ένα ευρύ φάσμα βιομηχανικών δραστηριοτήτων. Η αξία της ελαιοκράμβης για ενέργεια και τροφή μπορεί να βελτιωθεί περαιτέρω από τα ήδη υπάρχοντα χαρακτηριστικά γνωρίσματα, π.χ. περιεκτικότητα σε λάδι.

Σε εκείνες τις περιπτώσεις όπου οι συμβατικές προσεγγίσεις δεν είναι ικανοποιητικές η περαιτέρω βελτίωση της σύνθεσης λαδιού μπορεί να επιτευχθεί από την εφαρμοσμένη γενετική μηχανική, π.χ. που χρησιμοποιείται για τη μεταφορά συγκεκριμένου ξένου γονιδίου μεταξύ απόμακρων ειδών. Ποικίλα νέα γνωρίσματα έχουν εισαχθεί ήδη στην ελαιοκράμβη και σε άλλα φυτά και αξιολογούνται σε υπαίθριες δοκιμές από την αρχή της δεκαετίας του 1990 συμπεριλαμβανομένου των νέων συστημάτων ελέγχου γύρης για την υβριδική αναπαραγωγή, την αντοχή σε ζιζανιοκτόνα, την τροποποιημένη ποιότητα σπόρου, την πρωτεϊνική σύνθεση και πολλά άλλα γνωρίσματα που αυξάνουν την οικονομική αξία της ελαιοκράμβης (Wolfrang & Wilfried, 2006).

Πίνακας 3: Γενετικώς τροποποιημένες ποικιλίες ελαιοκράμβης

Τύπος ελαίου / ποικιλία σπόρου	Προέλευση/ Μέθοδος	Λαυρικό οξύ	Μυριστικό οξύ	Παλμιτικό οξύ	Στεαρικό οξύ	Ολεϊκό οξύ	Λινολενικό οξύ	α-Λινολενικό οξύ	Εικοσανοϊκό οξύ	Ερουκικό οξύ	Άλλα
Ελαιοκράμβη											
Υψηλού ερουκικού οξέος	Συμβατική	-	-	3	1	11	12	9	8	52	4
Canola 00	Γενετική τροποποίηση	-	-	4	2	60	21	10	1	1	1
Canola χαμηλού λινολενικού οξέος	Γενετική τροποποίηση	-	-	4	2	61	28	3	1	-	1
Canola λαυρικού οξέος	Γενετική τροποποίηση	37	4	3	1	33	12	7	-	-	3
Υψηλού μυριστικού/παλμιτικού οξέος	Γενετική τροποποίηση	-	18	23	2	34	15	4	-	-	4
Canola υψηλού ολεϊκού οξέος	Γενετική τροποποίηση	-	-	4	1	84	5	3	1	-	2

Ως προς τη χρήση της για παραγωγή βιοκαυσίμων (βιοντήζελ), οι έρευνες στράφηκαν στη μείωση της περιεκτικότητας σε κορεσμένα λίπη, σε χαμηλότερο σημείο τήξης και σε καλύτερες ιδιότητες ψυχρής ροής σε σύγκριση με άλλα λάδια (π.χ. σόγια). Επίσης το χαμηλό επίπεδο σε πολυακόρεστα λίπη ισοδυναμεί με χαμηλότερες εκπομπές οξειδίων.

Νέες διαγονιδιακές ποικιλίες ελαιοκράμβης με ανθεκτικότητα στα έντομα

Η ελαιοκράμβη είναι μια από τις πιο σημαντικές πηγές εδωδιμου φυτικού λαδιού, βιομηχανικού λαδιού και από τα πιο πλούσια σε πρωτεΐνες προϊόντα του κόσμου. Όπως πολλές άλλες καλλιέργειες η παραγωγή της καλλιέργειας εξαρτάται από τη προσβολή των εντόμων. Οι συμβατικοί μέθοδοι ελέγχου προσβολών από έντομα εξαρτώνται κυρίως από την εκτατική και εντατική χρήση χημικών σκευασμάτων τα οποία έχουν μειονεκτήματα όπως η ζημία του οικοσυστήματος, παραγωγή χημικών υπολειμμάτων που αποβαίνουν

δηλητηριώδη για τα ζώα και τον άνθρωπο και αυξημένο κόστος. Επίσης μερικά έντομα όπως η *Plutella maculipennis* έχουν αναπτύξει ανθεκτικότητα σε μερικά εμπορικά σκευάσματα. Επομένως είναι επιθυμητό να παραχθούν φυτά εισάγοντας ξένα γονίδια στο γενετικό υλικό τους με σκοπό την δημιουργία ανθεκτικότητας στα έντομα (Wang κ. συν. 2005).

Μεταξύ αυτών των γονιδίων, τα γονίδια (Bt) που κωδικοποιούν μια κρυσταλλική πρωτεΐνη του *Bacillus thuringiensis* (αλλιώς δ-ενδοτοξίνη) έχουν αποδειχτεί αποτελεσματικά και έχουν ευρέως χρησιμοποιηθεί στον έλεγχο των προσβολών από προνύμφες εντόμων για μερικές καλλιέργειες στις οποίες συμπεριλαμβάνεται και η ελαιοκράμβη. Αν και τα γονιδιακά φυτά που εκφράζουν εντομοκτόνες Bt πρωτεΐνες προσφέρουν μία εναλλακτική μέθοδο ελέγχου των προσβολών, η χρήση αποκλειστικά (Bt) γονιδίων μπορεί να έχουν ως αποτέλεσμα τον περιορισμό του φάσματος ανθεκτικότητας στα έντομα των διαγονιδιακών φυτών και παράλληλα στην ανάπτυξη ανθεκτικότητας από τη μεριά των εντόμων στις (Bt) πρωτεΐνες. Η *Plutella maculipennis* έχει αναπτύξει υψηλή και αποτελεσματική ανθεκτικότητα στις Bt πρωτεΐνες σε μερικές αγροτικές περιοχές που οδηγούν σε αποτυχίες στον έλεγχο της προσβολής των εντόμων. Συνεπώς είναι επιθυμητό να βρεθούν νέα εντομοανθεκτικά γονίδια ή να εισαχθούν στα φυτά περισσότερα από ένα εντομοανθεκτικά γονίδια ταυτόχρονα.

Ένας ειδικός τύπος νευροτοξίνης κατά των εντόμων η BmκIT, που προέρχεται από το δηλητήριο του σκορπιού *Buthus martensii* Karsch είναι μια νευροτοξίνη παραλυτικού τύπου. Αποτελείται από 69 αμινοξέα και είναι τοξική σε πολλά έντομα της τάξεως των λεπιδοπτέρων.

Η χιτίνη είναι βασικό συστατικό της επιδερμίδας πολλών λεπιδοπτέρων. Αυτά τα έντομα υφίστανται πολλές εκδύσεις και ο εξωσκελετός τους αποχωρίζεται από αυτά και συνθέτουν έναν νέο που θα τους επιτρέψει να συνεχίσουν την αύξηση και την ανάπτυξη τους. Οι χιτινάσες είναι ένζυμα ειδικής υδρολυτικής δράσης που κατευθύνονται προς τη χιτίνη. Αντίγραφα γονιδίων χιτινάσης κωδικοποιούν μία χιτινάση που παρουσιάζει εξειδίκευση στα έντομα, η οποία θα μπορούσε να ανιχνευθεί μόνο εν μέρει στους εντερικούς και επιδερμικούς ιστούς προνυμφών του σταδίου μεταξύ της 5ης και 7^{ης} ημέρας μετά την έκδυση και μόλις πριν από τη μεταμόρφωση σε νύμφη. Αυτός ο ακριβής ρυθμιστής ανάπτυξης προτείνει ότι η χιτινάση θα μπορούσε να είναι επιβλαβής στην ανάπτυξη του εντόμου αν εκφραστεί σε ακατάλληλο χρονικό διάστημα.

Συνεπώς η συνεχής έκφραση της χιτινάσης στα φυτά θα μπορούσε να εμποδίσει τις ζημιές από τα έντομα.

Έτσι πραγματοποιήθηκε συνδυασμός εντομοανθεκτικών γονιδίων που περιλαμβάνει το γονίδιο *chi* που κωδικοποιεί την ειδική χιτινάση του εντόμου *Manduca sexta* και το γονίδιο *Bmk* που κωδικοποιεί την νευροτοξίνη *BmkIT* του σκορπιού *Buthus martensii* Karsch εισάχθηκε στη *Brassica napus* μέσω του *Agrobacterium tumefaciens*. Τα εισαγόμενα γονίδια εκφράστηκαν στα διαγονιδιακά φυτά και μερικά από αυτά έδειξαν υψηλή ανθεκτικότητα στην προσβολή από προνύμφες του *Plutella maculipennis*. Η γενετική ανάλυση της ΤΙ γενιάς έδειξε ότι η κληρονομικότητα των εισαγόμενων γονιδίων ακολουθεί τους κανόνες του Mendel.

4.4.2. Στόχοι της έρευνας για βελτίωση της ελαιοκράμβης

Οι κατά καιρούς έρευνες έχουν επικεντρωθεί στα κάτωθι:

- Κληρονόμηση εξαιρετικά χαμηλού περιεχομένου αλκενικού και ινδολικού glucosinolates, αλλαγή σύνθεσης των λιπαρών οξέων, και βελτίωσης του κίτρινου χρώματος των σπόρων ελαιοκράμβης (Biodiesel Research, 2006).
- Ανάπτυξη των αρχικών υλικών για βελτίωση της ελαιοκράμβης, με βελτιωμένες ποιοτικές παραμέτρους: εξαιρετικά χαμηλή περιεκτικότητα σε glucosinolate, χαμηλή περιεκτικότητα σε ίνες και διαφοροποιημένη σύνθεση λιπαρού οξέος.
- Διαφοροποίηση της σύνθεσης λιπαρού οξέος στην ελαιοκράμβη με τη βοήθεια της μεθόδου του επανασυνδυασμού (Back Crossing).
- Χαρτογράφηση των χρωμοσωμάτων ελαιοκράμβης με τη χρήση των δεικτών DNA και την αναζήτηση του συνδέσμου τους με τα ποσοτικά γνωρίσματα (QTL'S).
- Ετέρωση στην ελαιοκράμβη και επιρροή της γενετικής παραλλακτικότητας στην ετέρωση.
- Διαφορετικά συστήματα αρρενοστεριότητας στην ελαιοκράμβη και τους διαφορετικούς τύπους υβριδικών ποικιλιών: επανασυνδυασμένο, σύνθετο, μικτό.

- Έρευνες για τις γραμμές αποκατάστασης κυτοπλασματικής ανδροστειρότητας στη χειμερινή ελαιοκράμβη.
- Αξιολόγηση γενετικής απόστασης με τη χρήση μοριακών δεικτών και εφαρμογές τους στην βελτίωση υβριδίων ελαιοκράμβης.
- Εφαρμογή μοριακών δεικτών για τη δημιουργία μεθόδων βελτίωσης υβριδίων και έρευνα ταυτοποίησής τους.
- Ανάπτυξη του πρωτογενούς υλικού για βελτίωση υβριδίων ελαιοκράμβης με βάση την κυτοπλασματική αρρενοστειρότητα.

Στόχοι εργαστηρίου ιστοκαλλιέργειας

- Παραγωγή απλοειδών φυτών και διπλασιασμένων απλοειδών (DHs) φυτών χειμερινής ελαιοκράμβης που λαμβάνονται με την χρήση καλλιέργειας απομονωμένων μικροσπορίων.
 - Παραγωγή πληθυσμών (DH) χειμερινής ελαιοκράμβης χρήσιμων για τη γενετική χαρτογράφηση με την χρήση μοριακών δεικτών που συνδέονται με τα ποσοτικά γνωρίσματα ή την ποιότητα των σπόρων.
 - Παραγωγή πληθυσμών διπλασιασμένων απλοειδών (DH) για την αναζήτηση μοριακών δεικτών που συνδέονται με τα λιπαρά οξέα.
 - Γενετικός διαγνωστικός διαχωρισμός των παραγόμενων πληθυσμών (in vitro επιλογές) με αλλαγμένα ποσοστά των λιπαρών οξέων.
 - Αξιολόγηση διπλασιασμένων (DHs) απλοειδών για εκτίμηση απόδοσης σπόρου και βιοχημικές αναλύσεις των σπόρων.
 - Χρησιμοποίηση διπλασιασμένων (DHs) απλοειδών στην βελτίωση συνθετικών ποικιλιών ελαιοκράμβης.
 - Χρήση διπλασιασμένων (DHs) απλοειδών για τη στατιστική ανάλυση της μεταβλητότητας μερικών ποσοτικών γνωρισμάτων.

- Αύξηση της γενετικής παραλλακτικότητας της χειμερινής ελαιοκράμβης με τη χρήση βιοτεχνολογικών μεθόδων:
 - Παραγωγή γραμμών (DH) από έμβρυα που αναπτύσσονται από μεταλλαγμένα μικροσπόρια.
 - Εισαγωγή ξένων γονιδίων στα απλοειδή κύτταρα με την χρήση καλλιέργειας μικροσπορίων και ανδρογενετικών εμβρύων με φορέα το *Agrobacterium tumefaciens*.
 - Παραγωγή διπλασιασμένων απλοειδών από τα μετασχηματισμένα μικροσπόρια και τα ανδρογενετικά έμβρυα.
- Αντοχής της χειμερινής ελαιοκράμβης σε μυκητολογικές ασθένειες όπως *Phoma Zingam* και *Sclerotinia sclerotiorum*.
- Ενδοειδικές διασταυρώσεις χειμερινής ελαιοκράμβης για την παραγωγή ποικιλιών με αντοχή στις ασθένειες.
- Ανάπτυξης αντοχής της ελαιοκράμβης στις ασθένειες κάτω από συνθήκες εργαστηρίου και αγρού.
- Επιλογή γενετικού υλικού για βελτίωση της ελαιοκράμβης με στόχο την αντοχή στα παθογόνα.

Υβρίδια και συνθετικά προϊόντα

Ένα υβρίδιο ελαιοκράμβης είναι απλά το αποτέλεσμα της διασταύρωσης δύο καθαρών σειρών ελαιοκράμβης. Η έρευνα στο θερμοκήπιο έδειξε ότι η παραγωγή των διασταυρώσεων μεταξύ δύο αρκετά διαφορετικών καθαρών σειρών ελαιοκράμβης οδήγησε σε αποδόσεις που ήταν μέχρι 45% υψηλότερες από ότι η καθεμία σειρά γονέων ξεχωριστά. Αυτή η αυξανόμενη παραγωγή είναι το αποτέλεσμα της ετέρωσης. *Βάση της αρχής ότι όσο περισσότερο μακρινοί είναι οι γονείς (διαφορετικότητα), τόσο μεγαλύτερη είναι η ετέρωση.* Εντούτοις, η παραγωγή του υβριδισμένου σπόρου με χειρωνακτική εργασία είναι οικονομικά ασύμφορη. Δεδομένου ότι οι ποικιλίες *B.napus* είναι κυρίως αυτογονιμοποιούμενες, η αυτογονιμοποίηση των γονικών σειρών πρέπει να

ελεγχθεί για να καταστεί η υβριδισμός εμπορικά εφικτός (hybrids synthetic canola, 2006).

Σύστημα CMS

Μέχρι σήμερα, διάφορες μέθοδοι έχουν υιοθετηθεί για την ανάπτυξη συστημάτων υβριδοποίησης στην ελαιοκράμβη (*B. napus*). Τα πρώτα σχετικά επιτυχή προγράμματα χρησιμοποίησαν τις παραδοσιακές υβριδικές μεθόδους βελτίωσης όπως η *κυτοπλασματική αρρενοστεριότητα* (CMS). Οι ερευνητές ανακάλυψαν ότι μερικά είδη ελαιοκράμβης και συγγενικά είδη είχαν κυτοπλασματική αρρενοστεριότητα (υλικό που περιβάλλει τον πυρήνα ενός κυττάρου). Στο κυτταρικό επίπεδο, η γονιμότητα ελέγχεται από μια αλληλεπίδραση μεταξύ του πυρήνα των κυττάρων και του κυτοπλάσματος. Τα συστήματα CMS για την υβριδοποίηση της ελαιοκράμβης εξαρτώνται από αυτή την μεταλλαγή σε ορισμένα κυτοπλασματικά σώματα που οδηγούν στην αποτυχία της ανάπτυξης γόνιμης γύρης ή ανθέρων. Η χρήση CMS επέτρεψε στους βελτιωτές ελαιοκράμβης να παραγάγουν θηλυκά φυτά τα οποία δεν μπορούν να παράγουν γύρη ή να σκορπίσουν τη γύρη ή παράγουν γύρη που δεν μπορεί να επιτύχει αυτογονιμοποίηση. Το υβριδικό σύστημα αποτελείται κανονικά από τρία συστατικά: μια ανδρόστειρη σειρά A, μια σταθερή σειρά B και μια γραμμή αποκατάστασης P.

Τα θηλυκά λουλούδια των φυτών από την A σειρά έχουν κυτόπλασμα το οποίο δεν τους επιτρέπει να παράγουν γύρη και δεν μπορούν να αυτογονιμοποιηθούν. Αυτό το χαρακτηριστικό του συστήματος CMS έχει μητρική κληρονομηση, επομένως, όταν μία θηλυκή CMS A σειρά διασταυρώνεται με μια γόνιμη σειρά B, όλοι οι παραγόμενοι σπόροι διατηρούν το γνώρισμα CMS. Η σειρά αποκατάστασης P είναι γενετικά διαφορετική από την σειρά A και περιέχει γονίδια του πυρήνα που αντισταθμίζουν την ατέλεια στο κυτόπλασμα και αποκαθιστούν τη γονιμότητα στις υβριδικές διασταυρώσεις. Το πρώτο εμπορικό CMS υβρίδιο *B. napus*, με την ονομασία Hyola 40, καταχωρήθηκε το 1989. Αυτό ακολουθήθηκε γρήγορα από το πολύ δημοφιλές υβρίδιο Hyola 401 το 1991.

Συνθετικά προϊόντα

Οι τεχνικές υβριδισμού ενώ είναι εύλογα επιτυχείς στην ελαιοκράμβη (*B. napus*), δεν είναι επιτυχείς στη βελτίωση ποικιλιών *B. rapa*. Μια εναλλακτική μέθοδος βελτίωσης για την αξιοποίηση της διαθέσιμης ετέρωσης εντός της οικογένειας των Brassica, είναι η παραγωγή των "συνθετικών" ποικιλιών. Οι συνθετικές ποικιλίες ελαιοκράμβης παράγονται από ανάμειξη σπόρων ενός γονέα με σπόρους άλλων γονέων για να παράγουν πιστοποιημένο συνθετικό σπόρο.

Τα συνθετικά προϊόντα του *B. rapa* αποτελούνται συνήθως από δύο, ή το πολύ τρεις γονικές σειρές. Ο τελικός πιστοποιημένος σπόρος αποτελείται από ένα μίγμα υβριδικών και γονικών φυτών τείνοντας να είναι ανθεκτικότερα σε ένα ευρύτερο φάσμα περιβαλλοντικών συνθηκών από ότι οι συμβατικές ποικιλίες. Σε σύγκριση, οι συνθετικές ποικιλίες ελαιοκράμβης είναι συνήθως ενδιάμεσες μεταξύ των καθαρών σειρών και των υβριδίων από την έκφραση της ετέρωσης. Η *B. rapa* είναι από μόνη της ασυμβίβαστη, που σημαίνει ότι δεν μπορεί από μόνη της να αυτογονιμοποιηθεί με γύρη από ένα λουλούδι του ίδιου φυτού, αλλά πρέπει να επικονιαστεί από άλλα φυτά στον αγρό. Αυτή η ιδιότητα της *B. rapa* είναι πλεονέκτημα στην παραγωγή συνθετικών ποικιλιών. Οι πρώτες συνθετικές ποικιλίες *B. rapa*, Hysyn 100 και Hysyn 110, καταχωρήθηκαν το 1994.

Τα συνθετικά προϊόντα της *B. napus* δημιουργούνται από δύο ή περισσότερες γονικές σειρές, οι οποίες αναμιγνύονται σε ίσες αναλογίες (αν και όχι πάντα) και αυξάνονται μεμονωμένα. Δεδομένου ότι το είδος είναι αυτογονιμοποιούμενο και ο βαθμός σταυρογονιμοποίησης εξαρτάται από τα έντομα, θα υπάρξει διαφοροποίηση στο βαθμό διασταύρωσης μεταξύ των γονικών σειρών. Ο σπόρος της επόμενης γενεάς θα είναι ένα μίγμα των γονικών σειρών και όλων των πιθανών υβριδίων μεταξύ τους. Παραδείγματος χάριν, ένας συνθετικός πληθυσμός από τρεις γονείς θα περιλάμβανε τις αρχικές τρεις γονικές σειρές και τα τρία πιθανά υβρίδια. Αυτή η διαδικασία μπορεί να συνεχιστεί για μια ακόμη γενεά πριν ο σπόρος κυκλοφορήσει ως πιστοποιημένος. Δεδομένου ότι ο βαθμός διασταύρωσης είναι μεταβλητός, είναι δύσκολο να προβλεφθούν ποια επίπεδα ετέρωσης θα επιτευχθούν στον εμπορικό σπόρο. Η πρώτη συνθετική ποικιλία *B. napus* που καταχωρήθηκε στον Καναδά ήταν το 1997.

Για την πραγματοποίηση της ανάπτυξης υβριδίων ελαιοκράμβης έχουν συνεργασθεί πολλά χρόνια διαφορετικοί φορείς (ερευνητικά κέντρα, πανεπιστήμια, ιδιωτικές εταιρίες).

Τα αποκατεστημένα είδη υβριδίων MSL είναι αυτά που κυρίως κυριαρχούν σε ποσοστό περίπου 55%. Τα αρχικά MSL είναι ο χαρακτηρισμός του συστήματος υβριδίων που χρησιμοποιείται στην καλλιέργεια: αρσενική στείρωση Lembke. Πρίν από 5 χρόνια, το 58% των καλλιεργητών υβριδίων ελαιοκράμβης, είχαν ως κυριότερο κριτήριο επιλογής τη σταθερότητα σοδειάς κάτω από αντίξοες συνθήκες. Σήμερα αναφέρονται σαν καλοί λόγοι εκτός από τη σταθερότητα η καλή περιεκτικότητα σε λάδι ή χημική σύσταση καθώς και άλλα ποιοτικά κριτήρια. Εντούτοις η απόδοση σε σπόρο αποτελεί ακόμη τη σημαντικότερη αιτία επιλογής των υβριδίων.

Σε αυτή την κυτταροπλασματική αρρενοστεριότητα πρόκειται εξ αρχής για μια φυσική αυτόματη μετάλλαξη που βρέθηκε και επιλέχθηκε το 1938 σε καλλιεργήσιμα χωράφια της Lembke. Τα υβρίδια MSL έχουν αποκατασταθεί στην καλλιέργεια κατανάλωσης δηλαδή έχουν μια φυσική άνθιση και σχηματίζουν γύρη.

Το σχήμα πολλαπλασιαζόμενης καλλιέργειας ενός αποκατεστημένου χειμερινού υβριδίου MSL περιλαμβάνει (εικ. 16): α) Μητρική γραμμή χωρίς γύρη (στείρα) β) Γραμμή διατήρησης που σχηματίζει γύρη (συντηρητής) για τον πολλαπλασιασμό της στείρας μητρικής σειράς (βασική παραγωγή σπόρων) γ) Πατρική γραμμή (αποκαταστάτης) που σχηματίζει γόνιμη γύρη για την παραγωγή σπόρων Z (εμπορικός σπόρος) (RAPOOL, 2006)

Η επέκταση του προγράμματος καλλιέργειας υβριδικής ελαιοκράμβης σημαίνει ότι οι δαπάνες για την πρόοδο της καλλιέργειας έχουν πολλαπλασιαστεί. Ενώ κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του 90 ήταν μερικές δωδεκάδες συνδυασμών ανάπτυξης υβριδίων, σήμερα συντελούνε πάνω από 2000 παραγωγές υβριδίων ετησίως που δοκιμάζονται για τις ιδιότητες της απόδοσης.

Η σποροπαραγωγή υβριδίων (Z) γίνεται σε καλλιέργεια ζωνών, ξεχωριστά από την πατρική γραμμή που παράγει γύρη και την άγονη μητρική γραμμή. Η

απαιτούμενη ελάχιστη απόσταση στην επόμενη επιφάνεια καλλιέργειας ελαιοκράμβης πρέπει να είναι τρεις φορές μεγαλύτερη από ότι σε έναν πολλαπλασιασμό ειδών καθαρής σειράς.

Για να βελτιώσουν ακόμη περισσότερο τις νόμιμες προδιαγραφές επί της στειρότητας της μητρικής σειράς κατά 98% πραγματοποιείται μια πρόσθετη χειρονακτική καθαριότητα. Η πατρική γραμμή εξαφανίζεται μηχανικά μετά την πραγματοποιηθείσα επικάλυψη με γύρη της μητρικής σειράς (ξένη γονιμοποίησης).

Η παραμένουσα τότε θερισμένη επιφάνεια κυμαίνεται ανάλογα με την περιοχή πολλαπλασιασμού μεταξύ 50-70% της αρχικής καλλιεργημένης επιφάνειας.

4.4.3. Μέθοδοι και εφαρμογές γενετικής βελτίωσης ελαιοκράμβης

Επιδίωξη των γενετιστών είναι η δημιουργία ποιοτικών και υψηλής απόδοσης ποικιλιών. Οι πληροφορίες που λαμβάνονται από τις γενετικές διαφορές μεταξύ ποικιλιών θα μπορούσαν να βοηθήσουν τους βελτιωτές και γενετιστές στην κατανόηση της δομής του γονιδιώματος της ελαιοκράμβης και να τους βοηθήσει να προβλέψουν ποιοι συνδυασμοί θα δώσουν τους καλύτερους απογόνους.

Οι ποικιλίες που χρησιμοποιούνται στην Ευρώπη είναι υψηλής ποιότητας, αλλά ορισμένα επιθυμητά χαρακτηριστικά λείπουν από το γένωμά τους. Αποδείχθηκε ότι μερικές κινέζικες σειρές περιέχουν ορισμένα γονίδια, τα οποία καθιστούν την παραγωγή υβριδίων ευκολότερη χωρίς ιδιαίτερους γενετικούς χειρισμούς.

Υπάρχουν αρκετές διαθέσιμες τεχνικές που επιτρέπουν τη γνώση της γενετικής παραλλακτικότητας μεταξύ ποικιλιών, όπως μορφολογικά χαρακτηριστικά, συνολικό ποσοστό πρωτεϊνών των σπόρων, ισοένζυμα και αρκετοί γενετικοί δείκτες. Μεταξύ των γενετικών δεικτών αυτοί που χρησιμοποιούνται περισσότερο είναι οι RAPD (random amplified polymorphic

DNA) λόγω της ταχύτητας και της απλότητας της χρήσης τους. Στην ελαιοκράμβη ανάλυση RAPD έχει ευρέως χρησιμοποιηθεί με σκοπό: α) Για τον καθορισμό των γενετικών σχέσεων μεταξύ των διαφορετικών συγγενών ειδών, β) Για την ταυτοποίηση ποικιλιών και του υπολογισμού του ποσοστού υβριδισμού, γ) Για την εκτίμηση των γενετικών σχέσεων και διαφοροποίησης μεταξύ των ποικιλιών και δ) Για τον υπολογισμό συντελεστών γενετικής απόστασης μεταξύ ποικιλιών από διαφορετικά μέρη π. χ. ευρωπαϊκών και κινεζικών ποικιλιών (Plant Soil Environ, 2003).

Οι έρευνες πάνω στη βελτίωση της ελαιοκράμβης (*Brassica napus*) έδειξαν ότι το κίτρινο χρώμα των σπόρων έχει μια ιδιαίτερη επιρροή στην ποιότητα του σπόρου και συνδέεται με τα ενεργειακά αποθέματα του κραμβάλευρου. Αυτό εξηγείται από το χαρακτηριστικό λεπτότερο στρώμα επικάλυψης του σπόρου συγκρινόμενο με το μαύρο σπόρο (canola), που σημαίνει μικρότερο ποσοστό σε ακατέργαστη ίνα (χνούδι) και υψηλότερη συγκέντρωση σε λάδι και πρωτεΐνη.

Αυτά τα χαρακτηριστικά επαυξάνουν την οικονομικότητα των κίτρινων σπόρων των ποικιλιών HEAR σε σύγκριση με τους μαύρους σπόρους της canola που έχουν όμως δύο σημαντικά γνωρίσματα (χαμηλό ερουκικό οξύ, χαμηλές φυσικές τοξίνες glucosinolates). Διασταυρώσεις μεταξύ σειρών και δημιουργία διπλοειδών πληθυσμών οδήγησε σε σειρές ελαιοκράμβης με καφέ χρώμα σπόρου που συνδυάζουν όλα τα επιθυμητά χαρακτηριστικά (ασφαλές προϊόν με υψηλή περιεκτικότητα σε λάδι και πρωτεΐνη). Γενικότερα η κληρονόμηση του χρώματος του σπόρου εξαρτάται από τρία γονίδια (σε ομόζυγη κατάσταση εκφράζουν το κίτρινο χρώμα) καθώς και από την επίδραση του περιβάλλοντος (Baetzel κ. συν. 2006).

Η δημιουργία βελτίωσης απέταλων ποικιλιών ελαιοκράμβης ξεκίνησε το 1980. Λόγω έλλειψης πετάλων έχουμε καλύτερη απορρόφηση του φωτός με αποτέλεσμα υψηλές αποδόσεις. Λόγω έλλειψης της σκιάς, από το 78% της φωτοσυνθετικά ενεργής ακτινοβολίας (PAR), το 38% φθάνει στα κατώτερα στρώματα φύλλων στις απέταλες σειρές, σε σύγκριση με το μόλις 22% στις παραδοσιακές ποικιλίες. Ο δείκτης συγκομιδής στις μεν πρώτες φθάνει το 40% σε σύγκριση με το 30% των παραδοσιακών. Επίσης οι απέταλες σειρές παρουσίασαν πολύ δυνατό στέλεχος, πολύ ισχυρό ριζικό σύστημα με αποτέλεσμα μεγαλύτερη αντοχή στις συνθήκες ξηρασίας. Επιπλέον οι απέταλες σειρές έδειξαν μεγαλύτερο βαθμό ανθεκτικότητας στην ασθένεια λαιμού - ρίζας

Sclerotiniose σε βαθμό περίπου 34,4% περισσότερο από τις παραδοσιακές ποικιλίες (Χίαλι κ. συν. 2006).

5. Σκοπός της εργασίας

Η στροφή προς τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας αποτελεί πλέον πραγματικότητα στην Ευρώπη ενώ ξεκίνησε από το 2004 με αργούς ρυθμούς και στην Ελλάδα. Σε αυτές συγκαταλέγονται και οι ενεργειακές καλλιέργειες. Η ελαιοκράμβη αποτελεί μια νέα καλλιέργεια για τα δεδομένα της ελληνικής γεωργίας. Ωστόσο στην αγορά υπάρχουν αρκετές ποικιλίες κατάλληλες για διαφορετικά περιβάλλοντα και εποχές σποράς. Η δημιουργία από πλευράς ιδιωτικής πρωτοβουλίας μονάδων παραγωγής βιοντήζελ είναι ένα πολύ θετικό βήμα που εξασφαλίζει τη διάθεση της παραχθείσας πρώτης ύλης, αλλά και προϋποθέσεις καλύτερης εμπορικής τιμής λόγω ανταγωνισμού. Απομένει η Κρατική βούληση για προώθηση, ενημέρωση και στήριξη της συγκεκριμένης καλλιέργειας, όπου μπορεί να ευδοκιμήσει, εντασσόμενη στο πλαίσιο προώθησης εναλλακτικών ενεργειακών καλλιεργειών

Σκοπός της εργασίας είναι η διερεύνηση της προσαρμοστικότητας από τριάντα εμπορικές ποικιλίες ελαιοκράμβης και η αξιολόγησή τους ως προς τα αγρονομικά χαρακτηριστικά (φυτρωτική ικανότητα-ανάπτυξη, ευρωστία, δέσιμο ταξιανθιών,) και τα συστατικά της απόδοσης.

Επίσης μετρήθηκαν οι αποδόσεις των ποικιλιών (αριθμός διακλαδώσεων, αριθμός θέσεων ανθέων, ύψος φυτών, βιομάζα), καθώς και ποιοτικά χαρακτηριστικά των σπόρων όπως περιεκτικότητα σε έλαιο, υγρασία, πρωτείνες, ελαϊκό οξύ (C 18:1), λινολενικό οξύ (C18:3), ερουκικό οξύ (C22:1), γλυκοσινολενικό οξύ (GLS) και θείο (S).

6. Υλικά και μέθοδοι

Φυτικό Υλικό

Το γενετικό υλικό που χρησιμοποιήθηκε ήταν τριάντα εμπορικές ποικιλίες ελαιοκράμβης (πιν.3).

Πίνακας 4: οι ποικιλίες ελαιοκράμβης που αξιολογήθηκαν

Κωδικοποίηση	Ποικιλίες	Εταιρεία
1	CALIFORNIUM	Monsanto
2	EXACT	Monsanto
3	EXECUTIVE	Monsanto
4	CAMBEL	Nk-Syngenta
5	FORTIS	Nk-Syngenta
6	NELSON	Nk-Syngenta
7	NK ASTORIA	Nk-Syngenta
8	NK BRAVOUR	Nk-Syngenta
9	NK FAIR	Nk-Syngenta
10	NK FORMULA	Nk-Syngenta
11	RECITAL	Nk-Syngenta
12	RNX 3401	Nk-Syngenta
13	RNX 3402	Nk-Syngenta
14	RNX 3404	Nk-Syngenta
15	ROYAL	Nk-Syngenta
16	SMART	Nk-Syngenta
17	TOCCATA	Nk-Syngenta
18	TRACIA	Nk-Syngenta
19	ABILITY	Bio-Rewa
20	HORNET	Bio-Rewa
21	LILIAN	Bio-Rewa
22	45D01	Pioneer
23	46W04	Pioneer
24	46W09	Pioneer
25	46W10	Pioneer
26	46W31	Pioneer
27	AGAPAN	Advanta
28	CHAMPLAIN	Advanta
29	COOPER	Advanta
30	PACIFIC	Advanta

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε στο αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο Βελεστίνο Βόλου κατά την καλλιεργητική περίοδο 2006-07.

Εγκατάσταση του πειράματος

Εποχή σποράς

Η σπορά πραγματοποιήθηκε στο αγρόκτημα του πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο Βελεστίνο κατά την καλλιεργητική περίοδο Οκτωβρίου στις 27 και 28 Οκτωβρίου. Ο πειραματικός αγρός βρίσκεται σε γεωγραφικό πλάτος $39^{\circ} 23'$ και γεωγραφικό μήκος $22^{\circ} 45'$. Ο αγρός την προηγούμενη χρονιά είχε καλλιεργηθεί με σιτάρι. Το έδαφος ανήκει την υποομάδα Typic Xerochrept με μηχανική σύσταση αργιλοπηλώδες, $\text{pH}=7.9 - 8$, οργανική ουσία 1,44% P_2O_5 (κατά Olsen) 15-17 ppm και ολικό CaCO_3 2.8 -5.3%.

Τις ημέρες της σποράς ο καιρός ήταν συννεφιασμένος με φυσιολογική μέση θερμοκρασία για την εποχή (19°C). Την επόμενη εβδομάδα της σποράς, έβρεξε στο Βελεστίνο με ύψος βροχόπτωσης περίπου 5 mm. (Παράρτημα)

Πειραματικό σχέδιο

Τα πειραματικά τεμάχια αποτελούνταν από 3 γραμμές των εννιάμιση μέτρων, ενώ η τοποθέτηση των ποικιλιών στον αγρό ακολούθησε το σχέδιο των τυχαιοποιημένων πλήρων ομάδων με τέσσερις επαναλήψεις. Το πειραματικό τεμάχιο (plot) είχε διαστάσεις $9,5\text{m} \times 1,2\text{m}=11,4\text{m}^2$. Οι αποστάσεις μεταξύ των γραμμών ήταν 0,40 cm ενώ επί της γραμμής 4cm. Η σπορά πραγματοποιήθηκε με το χέρι ενώ δεν εφαρμόστηκε βασική ζιζανιοκτονία. Σπάρθηκαν περίπου 250 σπόροι σε κάθε σειρά και συνολικά τρεις σειρές σε κάθε πειραματικό τεμάχιο ανά ποικιλία. (Παράρτημα)

1 ^η Επανάληψη
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30

3 μέτρα

2 ^η Επανάληψη
10
17
20
26
12
3
16
6
1
21
23
29
27
22
13
19
30
15
2
25
18
7
14
9
11
5
4
24
28
8

3 μέτρα

3 μέτρα

3 ^η Επανάληψη
5
29
22
6
9
1
10
12
2
16
8
3
30
11
4
13
27
28
21
18
20
14
25
7
19
26
15
23
24
17

3 μέτρα

Εικόνα 2: Η διάταξη των 30 ποικιλιών στον αγρό. Το κάθε κελί αποικονίζει ένα plot με την αντίστοιχη ποικιλία που καλλιεργήθηκε. διάδρομος μεταξύ της κάθε επανάληψης με τις διπλανή της είναι 3

4 ^η Επανάληψη
25
9
4
5
28
8
12
3
16
22
14
10
13
6
29
19
20
18
15
17
24
2
21
23
7
26
1
11
30
27

Ο
m.

Η συνολική έκταση του κύριου πειραματικού αγρού ήταν 1404 m². Το βάρος των σπόρων που χρησιμοποιήθηκε για το πείραμα ήταν 1125 γραμμάρια. Όλες οι ποικιλίες (εκτός από τη Recital) επενδυμένοι με φυτοπροστατευτικές ουσίες (thiram + dimethusophate) για προστασία του σπόρου κατά τη διάρκεια του φυτρώματος. Πριν από την εγκατάσταση του πειραματικού αγρού, προηγήθηκε όργωμα, δισκοσβάρνα και κατεργασία του εδάφους με φρέζα. Ως προς την εφαρμογή της λίπανσης, εφαρμόστηκε βασική λίπανση αμέσως μετά τη σπορά και χρησιμοποιήθηκε σύνθετο οργανομεταλλικό λίπασμα του τύπου Eurocereal 10-180+0,2% Cu + 30% S03 + 10% Οργανική ουσία σε δόση 30 κιλά το στρέμμα.

Πραγματοποιήθηκε αραίωμα μερικών φυτών ώστε να παραμείνουν περίπου εκατό φυτά σε κάθε γραμμή. (Παράρτημα)

Επίσης είναι αναγκαίο να επισημανθεί ότι εφαρμόστηκαν δύο σκαλίσματα (το πρώτο τέλος Φεβρουαρίου του 2006 και το δεύτερο το Μάρτιο του 2006) για την καταπολέμηση των ζιζανίων αφού δεν εφαρμόστηκαν καθόλου ζιζανιοκτόνα, ούτε βασικά - προφυτρωτικά αλλά και ούτε μεταφυτρωτικά - εκλεκτικά. Γενικότερα δεν υπήρχε μεγάλο πρόβλημα με τα ζιζάνια λόγω της γρήγορης ανάπτυξης των φυτών ελαιοκράμβης, των μεγάλων κατώφυλλων και ειδικότερα της ανταγωνιστικής και αποπνικτικής ανάπτυξης που δεν επέτρεψε την εξάπλωση των ζιζανίων.

Στις 14-4-2007 εφαρμόστηκε επιφανειακή αζωτούχος λίπανση με το χέρι και χρησιμοποιήθηκε οργανομεταλλικό λίπασμα του τύπου Sulfammo Specia1 23-0-0 +0,5 Fe + 0,2% Zn +27% S03 + MPPA (νιτροθειϊκή αμμωνία) με δόση 25 κιλά το στρέμμα. Συνολικά χρησιμοποιήθηκαν οι εξής λιπαντικές μονάδες N-P-K-S + 8-8-06 (βασική + επιφανειακή λίπανση).

Αναφορικά με την άρδευση, δεν εφαρμόστηκε κανένα πότισμα θέλοντας

να εξεταστεί η ανταπόκριση της φυτείας σε συνθήκες καλλιέργειας χωρίς εισροές όπως προτίθεται να καθιερωθεί στην Ελλάδα.

Ως προς τη φυτοπροστασία υπήρξαν κυρίως εντομολογικές προσβολές νωρίς την άνοιξη και μέχρι τη συγκομιδή (Ιούλιο). Κύριοι εχθροί ήταν οι αφίδες και οι βρωμούσες που προσέβαλαν οι μεν πρώτες κυρίως τις ταξιανθίες και τα τρυφερά βλασταράκια, ενώ οι δεύτερες κυρίως τα παλαιότερα φύλλα κάνοντας χαρακτηριστικές ανοιχτόχρωμες κηλίδες. Επίσης μικρή προσβολή παρατηρήθηκε από λυριόμυζα στα μεγάλα κατώφυλλα σε όλες τις ποικιλίες. Για την αντιμετώπιση των εχθρών πραγματοποιήθηκαν δύο ψεκασμοί με εντομοκτόνα (πρώτος ψεκασμός με πυρεθρίνη στις 22-4-2007 και ο δεύτερος στις 24-5-2007 με dimethoate).

Μυκητολογικά υπήρξαν κάποια προβλήματα με προσβολή των κυρίων στελεχών από *sclerotinia* η οποία δεν αντιμετωπίστηκε διότι ο καρπός βρισκόταν στο στάδιο της ωρίμανσης.

Η συγκομιδή πραγματοποιήθηκε στις 12/07/2007 με θεριζοαλωνιστική μηχανή HEGE 125 του Αγροκτήματος (έχοντας υποστεί τις απαραίτητες τροποποιήσεις όσον αφορά τα κόσκινα όπως αυτές προτάθηκαν από το εργαστήριο Γεωργικής Μηχανολογίας του ΠΘ). Επίσης για σύγκριση και εκτίμηση των απωλειών έγινε συγκομιδή με το χέρι σε μία επανάληψη (συγκομίσθηκαν οι τρεις μεσαίες γραμμές από τις συνολικά πέντε της κάθε ποικιλίας).

6.1. Μετρήσεις και παρατηρήσεις

Κατά τη διάρκεια του πειράματος μελετήθηκαν τα μορφολογικά χαρακτηριστικά των φυτών ανα ποικιλία και πραγματοποιήθηκαν διάφορες μετρήσεις σε επίπεδο ατομικού φυτού.

Ειδικότερα :

- Αριθμός διακλαδώσεων των φυτών
- Αριθμός θέσεων ανθέων των φυτών
- Ξηρή βιομάζα ανα φυτό
- Ύψος φυτών

- Απόδοση σε σπόρο
- Πρωιμότητα
- Επιπλέον έγινε ποιοτική ανάλυση ως προς την περιεκτικότητα του σπόρου σε:
 - ❖ Ποσοστό ελαίου %
 - ❖ Ποσοστό πρωτεϊνών %
 - ❖ Ποσοστό GLS (γλυκοζινολικής ένωσης) / gr σπόρου
 - ❖ Υγρασία του σπόρου %
 - ❖ Ποσοστό ελαϊκού οξέος (C18:1 ή ω-9 λιπαρό οξύ)
 - ❖ Ποσοστό λινολενικού οξέος (C18:3 ή ω-3 λιπαρό οξύ)
 - ❖ Ποσοστό ερουκικού οξέος (C22:1 ή ω-9 λιπαρό οξύ)
 - ❖ Ποσοστό θείου (S) στο σπόρο

6.2. Στατιστική ανάλυση

Για την επεξεργασία των αποτελεσμάτων των μετρήσεων χρησιμοποιήθηκε ηλεκτρονικός υπολογιστής και τα λογισμικά πακέτα EXCEL και SPSS στο οποίο έγινε χρήση της ANOVA, RCDD. Διακρίθηκαν οι μέσοι όροι και κατόπιν χρησιμοποιήθηκε το κριτήριο Duncan με βάση την $P < 0,05$.

Το EXCEL, με την χρήση μακροεντολών και ενσωματωμένων προγραμμάτων δίνει τη δυνατότητα υπολογισμού στατιστικών μέτρων και σχεδιασμού γραφικών παραστάσεων, μετατροπών και αριθμητικών υπολογισμών.

Το SPSS είναι ένα από τα πιο εξελιγμένα υπολογιστικά προγράμματα Στατιστικής που προσπαθεί να καλύψει το σύνολο των "γνωστότερων" στατιστικών τεχνικών.

7. Αποτελέσματα

Πίνακας 5 Μέσων όρων

	Ποικιλίες	Αρ.Διακλ.	Αρ.Ανθ.Κεντρ.Στελ.	Ξηρ.Βιομ. gr.	Ύψους m.
1	CALIFORNIUM	5,45 gh	55,55 cde	26,40 cde	1,07 bcdef
2	EXACT	3,50 abc	71,80 hijkl	32,90 e	1,27 ghi
3	EXECUTIVE	4,75 defgh	70,50 ghijkl	25,80 cde	1,20 defghi
4	CAMBEL	4,55 defgh	43,90 b	20,25 abcd	0,91 ab
5	FORTIS	4,05 abcde	59,70 defg	27,85 cde	1,19 cdefghi
6	NELSON	3,95 abcde	57,50 cdef	22,40 abcde	1,15 cdefghi
7	NK ASTORIA	3,90 abcd	54,85 cd	19,00 abcd	1,09 bcdefgh
8	NK BRAVOUR	4,45 def	66,10 efghijk	23,55 bcde	1,08 bcdefg
9	NK FAIR	4,80 defgh	62,65 defgh	27,20 cde	1,08 bcdefg
10	NK FORMULA	5,50 h	70,05 ghijkl	25,10 bcde	1,25 fghi
11	RECITAL	4,25 cdef	62,40 defgh	25,30 bcde	1,06 bcde
12	RNX 3401	4,60 defgh	73,90 jkl	32,90 e	1,30 i
13	RNX 3402	4,55 defg	74,80 kl	23,65 bcde	1,12 cdefghi
14	RNX 3404	5,05 fgh	76,45 kl	17,65 abc	1,18 cdefghi
15	ROYAL	4,45 def	68,80 ghijkl	31,00 de	1,07 bcdef
16	SMART	4,70 defgh	64,80 defghijk	22,25 abcde	1,15 cdefghi
17	TOCCATA	4,75 defgh	69,30 ghijkl	25,80 cde	1,12 ab
18	TRACIA	3,20 a	29,35 a	11,45 a	0,82 bcdefgh
19	ABILITY	4,10 bcde	56,45 cde	18,95 abcd	1,10 bcdefgh
20	HORNET	5,15 fgh	68,20 fghijkl	21,75 abcde	1,28 hi
21	LILIAN	5,05 fgh	65,40 defghijkl	17,70 abc	1,18 cdefghi
22	45D01	5,10 fgh	69,30 ghijk	13,55 ab	1,00 bc
23	46W04	3,30 ab	70,65 ghijkl	28,35 cde	1,07 bcdef

24	46W09	4,25	cdef	72,30	hijkl	23,55	bcde	1,05	bcde
25	46W10	4,65	defgh	77,30	l	29,35	cde	1,10	bcdefgh
26	46W31	4,85	efgh	68,20	fghijkl	25,65	cde	1,14	cdefghi
27	AGAPAN	4,35	cdef	62,80	defghi	29,55	cde	1,01	bcd
28	CHAMPLAIN	4,10	bcde	71,35	hijkl	22,45	abcde	1,11	cdefgh
29	COOPER	4,60	defgh	55,75	cde	23,30	abcde	1,21	efghi
30	PACIFIC	5,05	fgh	47,90	bc	20,65	abcd	1,03	bcde

1. Αριθμός διακλαδώσεων των φυτών ελαιοκράμβης

Πίνακας 6

Ποικιλίες	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
MO Αρ.Διακ.	5,45 gh	3,5 abc	4,75 defgh	4,55 defgh	4,05 abcde	3,95 abcde	3,9 abcd	4,45 def	4,8 defgh	5,5 h
Ποικιλίες	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
MO Αρ.Διακ.	4,25 cdef	4,6 defgh	4,55 defg	5,05 fgh	4,45 def	4,7 defgh	4,75 defgh	3,2 a	4,1 bcde	5,15 fgh
Ποικιλίες	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
MO Αρ.Διακ.	5,05 fgh	5,1 fgh	3,3 ab	4,25 cdef	4,65 defgh	4,85 efgh	4,35 cdef	4,1 bcde	4,6 defgh	5,05 fgh

Από τον πειραματικό αγρό και τη στατιστική ανάλυση προέκυψε ο πίνακας 4 που δείχνει την ομαδοποίηση των ποικιλιών της ελαιοκράμβης και τον μέσο όρο διακλαδώσεων της κάθε ποικιλίας. Η καταστροφική μέτρηση πραγματοποιήθηκε στις 15 Απριλίου 2007 στο εργαστήριο της Βελτίωσης φυτών του Π.Θ.

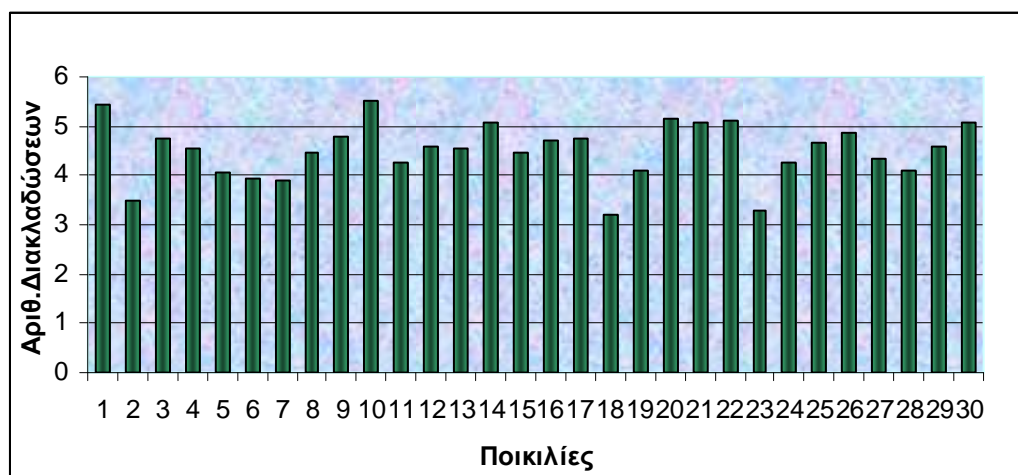
Από τον πίνακα 5-6 παρατηρούμε ότι η ομαδοποίηση των ποικιλιών ως προς τον αριθμό διακλαδώσεων έχει ως εξής:

Οι ποικιλίες Californium, Executive, Cambel, NK Fair, NK Formula, RNX 3401, RNX 3404, Smart, Toccata, Hornet, Lilian, 45D01, 46W10, 46W31, Cooper και Pacific δεν παρουσιάζουν στατικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ τους. Οι μέσοι όροι των ποικιλιών αυτών κυμάνθηκαν από 4,55 έως 5,5 με την Cambel να παρουσιάζει το μικρότερο μέσο όρο και την NK Formula να παρουσιάζει το μεγαλύτερο μέσο όρο αριθμού διακλαδώσεων.

Χαμηλότερους μέσους όρους χωρίς στατικώς σημαντικές διαφορές παρουσίασαν και οι ποικιλίες Exact, Fortis, Nelson, NK Astoria, Tracia, Ability, 46W04 και Champlain. Οι μέσοι όροι τους κυμάνθηκαν από 3,2 έως 4,45 με την Tracia να παρουσιάζει το μικρότερο αριθμό διακλαδώσεων ανα φυτό και τις

Ability και Champlain τους υπολοτερους μέσους όρους.

Στατιστικώς σημαντικές διαφορές δεν παρουσίασαν και οι ποικιλίες NK Bravour, Recital, RNX 3402, Royal, 46W09 και Agapan. Οι μέσοι όροι τους κυμάνθηκαν από 4,25 έως 4,55. Τον υψηλότερο μέσο όρο διακλαδώσεων της ομάδας είχε η RNX 3402 και το χαμηλότερο οι Recital και 46W09.



Σχήμα 1: Αριθμός διακλαδώσεων

2. Αριθμός θέσεων ανθέων πάνω στο φυτό της ελαιοκράμβης

Πίνακας 7

Ποικιλίες	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ΜΟ Αρ.Θεσ.Αν	55,55 cde	71,8 hijkl	70,5 ghijkl	43,9 b	59,7 defg	57,5 cdef	54,9 cd	66,1 efghijk	62,7 defgh	70,1 ghijkl
Ποικιλίες	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
ΜΟ Αρ.Θεσ.Αν	62,4 defgh	73,9 jkl	74,8 kl	76,45 kl	68,8 ghijkl	64,8 defghijk	69,3 ghijkl	29,35 a	56,5 cde	68,2 fghijkl
Ποικιλίες	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30

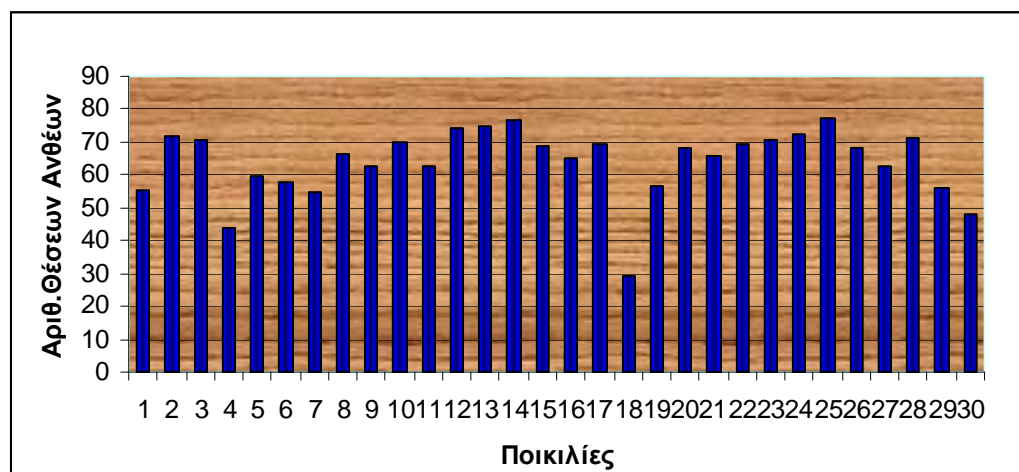
ΜΟ Αρ.Θεσ.Αν	65,4 defghijk	69,3 ghijkl	70,7 ghijkl	72,3 hijkl	77,3 l	68,2 fghijkl	62,8 defghi	71,35 hijkl	55,8 cde	47,9 bc
-----------------	------------------	----------------	----------------	---------------	-----------	-----------------	----------------	----------------	-------------	------------

Η ομαδοποίηση των ποικιλιών της ελαιοκράμβης για τον αριθμό θέσων των ανθέων προέκυψε έπειτα από καταστροφική μέτρηση στις 15 Απριλίου 2007 και μεταφορά των φυτών στο εργαστήριο και ακολουθεί τον πίνακα 5-7 ως εξής:

Προκύπτει λοιπόν πως οι ποικιλίες Exact, Executive, NK Formula, RNX 3401, RNX 3404, RNX 3402, Royal, Toccata, Hornet, 45D01, 46W10, 46W31, 46W04, 46W09, Champlain δεν παρουσιάζουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ τους με την 46W10 να παρουσιάζει το μεγαλύτερο μέσο όρο αριθμού θέσεων ανθέων 77,3 και την Hornet να εμφανίζει το χαμηλότερο μέσο όρο 68,2.

Επίσης οι ποικιλίες Cooper, Fortis, Nelson, NK Astoria, NK Bravour, NK Formula, Recital, Smart, Ability, Lilian, Californium δεν παρουσίασαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ τους και η NK Bravour είχε τον υψηλότερο μέσο όρο αριθμού θέσεων ανθέων 66,1 ενώ το χαμηλότερο μέσο όρο γι' αυτό το χαρακτηριστικό εμφάνισε η ποικιλία Californium με 55,55.

Η ποικιλία Tracia παρουσίασε το χαμηλότερο μέσο όρο από όλες τις ποικιλίες με αριθμό θέσεων ανθέων 29,35. Αρκετα χαμηλός ήταν και ο μέσος όρος των ποικιλιών Cambel και Pacific με 43,9 και 47,9 αντίστοιχα.



Σχήμα 2: Αριθμός θέσεων ανθέων

3. Ξηρή βιομάζα ανα φυτό ελαιοκράμβης σε gr.

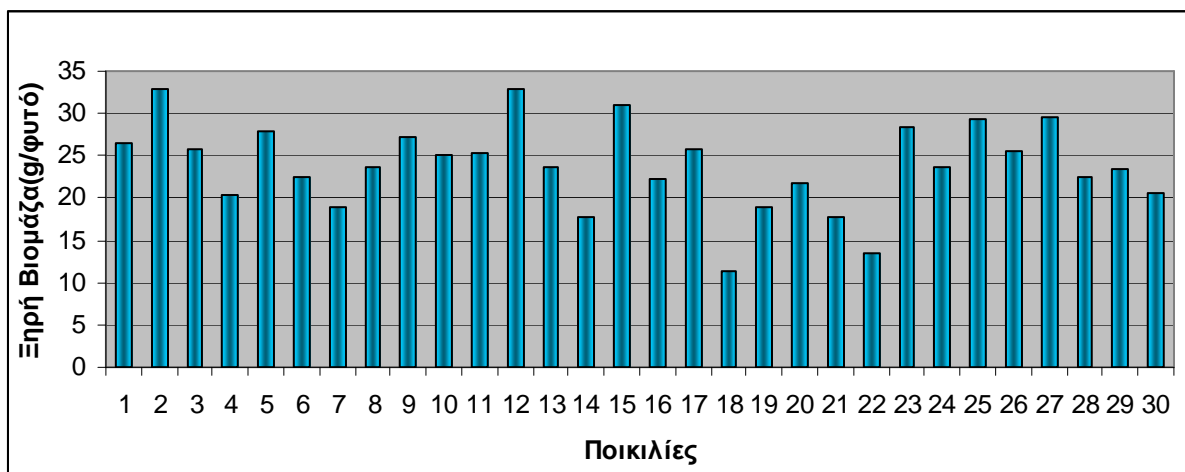
Πίνακας 8

Ποικιλίες	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ΜΟ Ξηρ.Βιομ.	26,4 cde	32,9 e	25,8 cde	20,25 abcd	27,9 cde	22,4 abcde	19 abcd	23,55 bcde	27,2 cde	25,1 bcde
Ποικιλίες	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
ΜΟ Ξηρ.Βιομ.	25,3 bcde	32,9 e	23,7 bcde	17,65 abc	31 de	22,25 abcde	25,8 cde	11,45 a	19 abcd	21,8 abcde
Ποικιλίες	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
ΜΟ Ξηρ.Βιομ.	17,7 abc	13,6 ab	28,4 cde	23,55 bcde	29,4 cde	25,65 cde	29,6 cde	22,45 abcde	23,3 abcde	20,7 abcd

Έγινε καταστροφική μέτρηση με κοπή και μεταφορά στο εργαστήριο, πέντε φυτών ελαιοκράμβης από κάθε ποικιλία και κάθε επανάληψη. Από τα αποτελέσματα του ζυγίσματος προέκυψε ο πίνακας 5-8.

Από τη μελέτη του πίνακα προκύπτει ότι οι ποικιλίες Cambel, Nelson, NK Astoria, RNX 3404, Smart, Ability, Hornet, 45D01, Champlain. Cooper, Pacific, Lilian δεν εμφάνισαν μεταξύ τους στατιστικώς σημαντικές διαφορές. Ανάμεσα σε αυτές η Tracia είχε το μικρότερο μέσο όρο ξηρής βιομάζας φυτού με 11,45 gr. και η Cooper το μεγαλύτερο με 23,3 gr.

Ανάμεσα στις Fortis, NK Bravour, NK Formula, Recital, Californium, NK Fair, RNX 3402, Toccata, Executive, 46W10, 46W31, 46W04, 46W09, Agapan η RNX 3402 είχε το χαμηλότερο μάσο όρο με 23,65 gr. και η Agapan τον μεγαλύτερο με 29,55 gr. ξηρής βιομάζας φυτού.



Σχήμα 3: Ξηρή βιομάζα φυτού g/φυτό

Τους υψηλότερους μέσους όρους ξηρής βιομάζας ανα φυτό ελαιοκράμβης, ανάμεσα στις 30 ποικιλίες που καλλιεργήθηκαν συνολικά, τους εμφάνισαν οι RNX 3401, Exact και η Royal με μέσους όρους 32,9 gr. οι δύο πρώτες και 31 gr. η τελευταία.

4. Ύψος φυτών

Πίνακας 9

Ποικιλίες	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ΜΟ Ύψου	1,07 bcdef	1,27 ghi	1,20 defghi	0,91 ab	1,19 cdefghi	1,15 cdefghi	1,09 bcdefgh	1,08 bcdefg	1,08 bcdefg	1,25 fghi
Ποικιλίες	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
ΜΟ Ύψου	1,06 bcde	1,30 i	1,12 cdefghi	1,18 cdefghi	1,07 bcdef	1,15 cdefghi	1,12 cdefgh	0,82 a	1,10 bcdefgh	1,28 hi
Ποικιλίες	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
ΜΟ Ύψου	1,18 cdefghi	1,00 bc	1,07 bcdef	1,05 bcde	1,10 bcdefgh	1,14 cdefghi	1,01 bcd	1,11 cdefgh	1,21 efghi	1,03 bcde

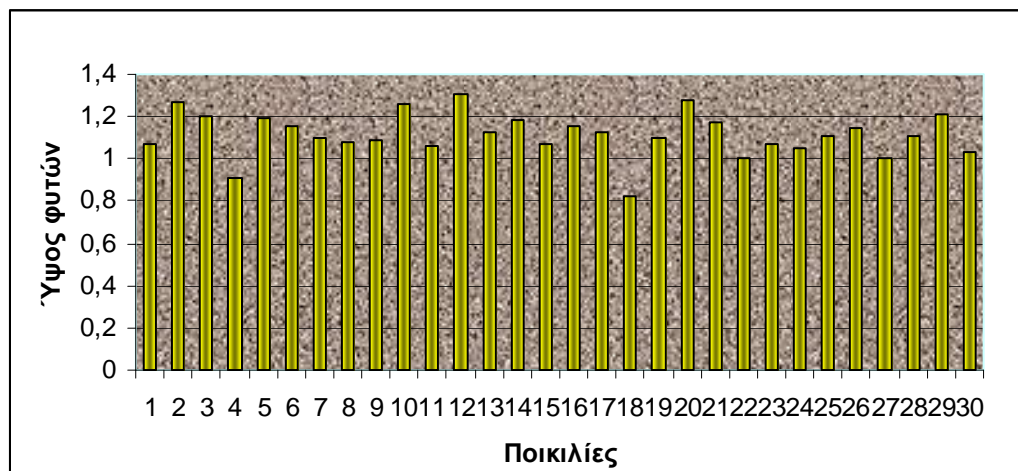
Η μέτρηση του ύψους των φυτών πραγματοποιήθηκε στο αγρόκτημα του

Π.Θ. με εκρίζωση 5 φυτών από κάθε ποικιλία και κάθε επανάληψη στις 2 Μαΐου 2007. Από τη στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων δημιουργήθηκε ο πίνακας 4.

Από τον πίνακα 5-10 μπορούμε να συμπεράνουμε ότι οι ποικιλίες Exact, Executive, Nelson, Fortis, NK Formula, RNX 3401, Smart, 46W31, Lilian, Hornet, Cooper, RNX 3404 δεν παρουσιάζουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ τους. Ανάμεσα σε αυτές η RNX 3401 εμφάνισε το μεγαλύτερο μέσο όρο ύψους φυτού με τιμή 1,3 m. και η 46W31 το χαμηλότερο με τιμή 1,14 m.

Παρομοίως οι ποικιλίες Californium, NK Bravour, NK Fair, NK Astoria, RNX 3402, , Royal, Toccata, Pacific, 46W10, 46W04. 46W09, 45D01, Agapan , Champlain, Ability, Recital δεν παρουσίασαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ τους. Από αυτές η 45D01 είχε το μικρότερο μέσο όρο ύψους φυτών με τιμή 1 m. και οι RNX 3402 και Toccata είχαν τους μεγαλύτερους με τιμή 1,12 m.

Από το σύνολο των ποικιλιών ξεχώρισαν οι Cambel και Tracia που είχαν εξαιρετικά χαμηλό ύψος φυτών με μέσο όρο 0.91 και 0,82 m. αντίστοιχα.



Σχήμα 4: Ύψος φυτών

Πίνακας 10

	Ποικιλίες	ΜΟ Απόδ.Σπόρ.	ΜΟ Oil% 9%Η2Ο	ΜΟ Protein% 9%Η2Ο	ΜΟ GSL $\mu\text{mol/g}$ seed 9%Η2Ο
1	CALIFORNIUM	283,00 abcdef	33,18 a	23,43 ghij	14,24 abcdef
2	EXACT	486,75 fg	34,87 abcde	22,89 cdefghi	24,83 k
3	EXECUTIVE	320,25 abcdef	34,51 abcde	23,26 efghij	17,68 defgh
4	CAMBEL	264,75 abcdef	36,84 gh	23,84 hij	24,81 k
5	FORTIS	269,25 abcdef	35,19 cdefg	21,80 abcdefg	16,31 cdefgh
6	NELSON	399,00 cdefg	35,91 efg	22,92 defghij	23,15 ijk
7	NK ASTORIA	284,00 abcdef	34,11 abcde	23,35 fghij	19,30 fghij
8	NK BRAVOUR	342,75 bcdefg	37,79 hi	21,44 abcd	14,57 abcdefg
9	NK FAIR	204,25 abc	35,79 efg	24,16 ij	17,82 efgh
10	NK FORMULA	432,00 cdefg	35,75 efg	22,87 cdefghi	18,68 fghij
11	RECITAL	250,50 abcde	35,42 defg	20,93 a	12,49 abcd
12	RNX 3401	428,25 cdefg	35,81 efg	22,61 bcdefghi	13,27 abcde
13	RNX 3402	368,25 cdefg	35,90 efg	21,60 abcde	11,11 abc
14	RNX 3404	360,25 cdefg	36,83 gh	21,47 abcd	15,60 bcdefg
15	ROYAL	327,75 abcdef	35,08 cdefg	22,35 abcdefgh	24,17 jk
16	SMART	213,75 abc	34,40 abcde	22,28 abcdefgh	13,06 abcde
17	TOCCATA	380,00 cdefg	35,86 efg	21,74 abcdef	18,23 efghi
18	TRACIA	129,75 ab	35,75 efg	25,78 k	21,06 hijk
19	ABILITY	550,50 g	40,04 j	23,13 defghij	15,44 bcdefg
20	HORNET	770,00 h	35,81 efg	22,29 abcdefgh	14,53 abcdefg
21	LILIAN	459,50 defg	39,22 ij	21,22 abc	14,26 abcdef
22	45D01	347,75 bcdefg	35,05 cdefg	22,56 abcdefghi	10,92 ab
23	46W04	270,25 abcdef	33,28 ab	24,52 jk	11,99 abc

24	46W09	313,75	abcdef	35,58	efg	21,67	abcdef	11,71	abc
25	46W10	274,25	abcdef	34,99	bcdef	22,27	abcdefgh	11,76	abc
26	46W31	320,50	abcdef	33,73	abcd	22,77	bcdefghi	19,69	ghij
27	AGAPAN	116,50	a	33,58	abc	22,77	bcdefghi	16,15	bcdefgh
28	CHAMPLAIN	475,50	efg	34,95	bcde	23,62	hij	20,80	hijk
29	COOPER	292,75	abcdef	35,32	cdefg	21,83	abcdefg	11,03	abc
30	PACIFIC	233,25	abcd	36,79	fgh	21,18	ab	9,77	a

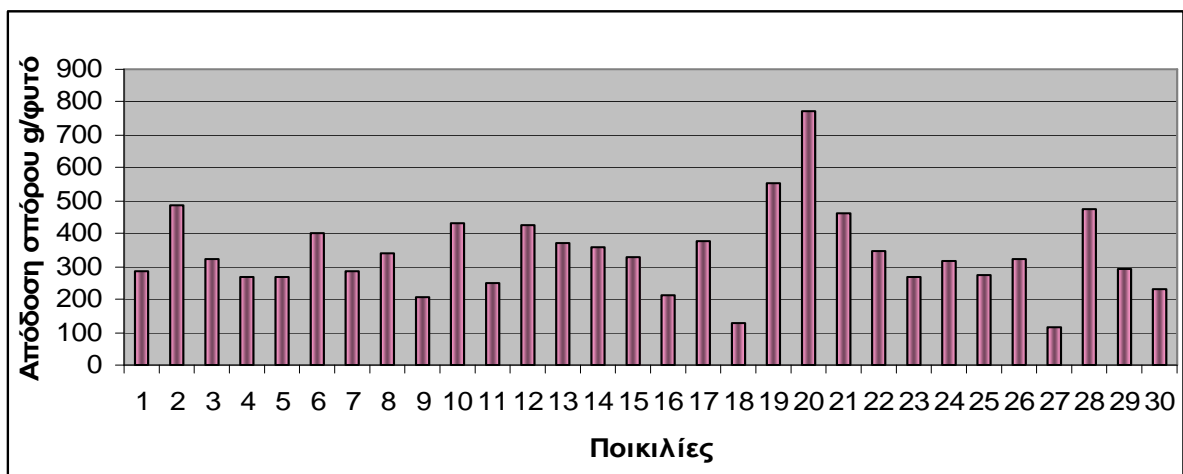
5. Απόδοση σε σπόρο

Πίνακας 11

Ποικιλίες	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ΜΟ Απ.Σπ.	283 abcdef	486,8 fg	320,3 abcdef	264,75 abcdef	269,25 abcdef	399 cdefg	284 abcdef	342,8 bcdefg	204,3 abc	432 cdefg
Ποικιλίες	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
ΜΟ Απ.Σπ.	250,5 abcde	428,3 cdefg	368,3 cdefg	360,25 cdefg	327,75 abcdef	213,8 abc	380 cdefg	129,8 ab	550,5 g	770 h
Ποικιλίες	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
ΜΟ Απ.Σπ.	459,5 defg	347,8 bcdefg	270,3 abcdef	313,75 abcdef	274,25 abcdef	320,5 abcdef	117 a	475,5 efg	292,8 abcdef	233 abcd

Από τον πίνακα 10-11 των μέσων όρων των αποδόσεων προκύπτει ότι οι ποικιλίες ελαιοκράμβης Exact, Nelson, NK Bravour, Champlain, RNX 3401, RNX 3402, RNX 3404, Toccata, Lilian, 45D01, NK Formula δεν παρουσιάζουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ τους. Η Exact εμφάνισε ανάμεσά τους το μεγαλύτερο μέσο όρο απόδοσης σε γραμμάρια σπόρου με 486,76 gr. και η NK Bravour το χαμηλότερο με 342,75 gr. σπόρου.

Οι Californium, Executive, Cambel, Fortis, NK Astoria, NK Fair, Recital, Royal, Pacific, 46W10, 46W04, 46W09, 46W31, Cooper, Smart επίσης δεν εμφάνισαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ τους. Το μεγαλύτερο μάζο όρο απόδοσης σπόρου από αυτές είχα η Royal με τιμή 327,75 gr και το χαμηλότερη τιμή η NK Fair με 204,3 gr σπόρου κατά μέσο όρο.



Σχήμα 5: Απόδοση σε σπόρο g/φυτό

Από το σύνολο των ποικιλιών τις υψηλότερες αποδόσεις είχαν οι Ability και Hornet με μέσο όρο 550,5 και 770 gr σπόρου αντίστοιχα, και τη χαμηλότερη απόδοση σε σπόρο είχαν οι Agapan και Tracia με τιμές 116,5 και 129,75 gr αντίστοιχα.

6. Περιεχόμενο ποσοστό ελαίου στο σπόρο

Πίνακας 12

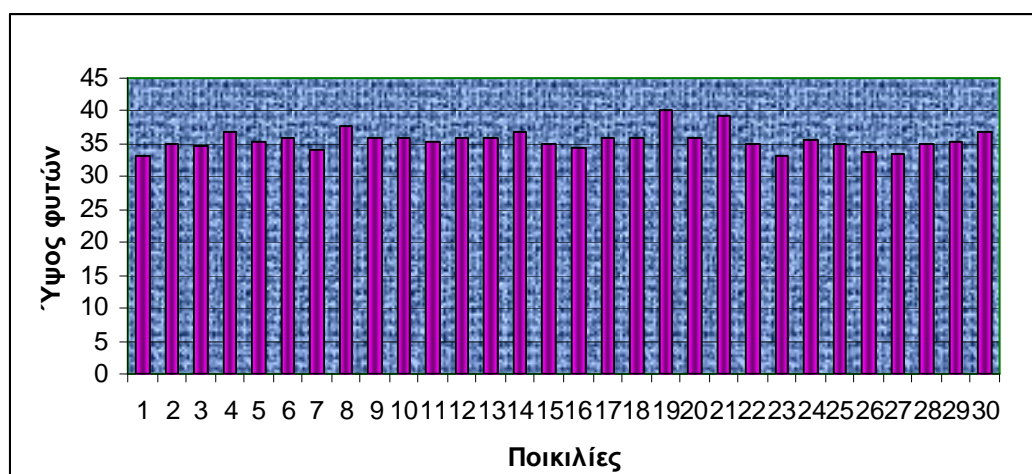
Ποικιλίες	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ΜΟ Oil%	33,18 a	34,87 abcde	34,51 abcde	36,84 gh	35,19 cdefg	35,91 efg	34,11 abcde	37,79 hi	35,79 efg	35,75 efg
Ποικιλίες	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
ΜΟ Oil%	35,42 defg	35,81 efg	35,90 efg	36,83 gh	35,08 cdefg	34,40 abcde	35,86 efg	35,75 efg	40,04 j	35,81 efg
Ποικιλίες	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
ΜΟ Oil%	39,22 ij	35,05 cdefg	33,28 ab	35,58 efg	34,99 bcdef	33,73 abcd	33,58 abc	34,95 bcde	35,32 cdefg	36,79 fgh

Από τη στατιστική ανάλυση και τον πίνακα 10-12 προκύπτει ότι οι Cambel, Fortis, Royal, NK Bravour, Recital, Cooper, Pacific, NK Formula, 45D01, NK

Fair, RNX 3401, RNX 3402, RNX 3404, Toccata, Hornet, 46W09 και Nelson ποικιλίες ελαιοκράμβης δεν παρουσιάζουν μεταξύ τους στατιστικώς σημαντικές διαφορές. Από αυτές η NK Bravour εμφανίζει το μεγαλύτερο μέσο όρο με τιμή 37,79 % ποσοστό ελαίου και η 45D01 το χαμηλότερο με τιμή 35,5 % ποσοστό ελαίου.

Από τις ποικιλίες ελαιοκράμβης Californium, Exact, Executive, NK Astoria, Smart, 46W10, 46W04 46W31, Agapan και Champlain, η Californium παρουσίασε τον χαμηλότερο μέσο όρο με τιμή 33,18% ενώ η 46W10 εμφάνισε τον υψηλότερο με τιμή 34,99 % ποσοστό ελαίου.

Στο σύνολο των ποικιλιών τις ακραίες υψηλές τιμές παρουσίασαν οι Ability και η Lilian με τιμές 40,04 και 39,22 % περιεχόμενο στο σπόρο ποσοστό ελαίου.



Σχήμα 6

7. Ποσοστό περιεχόμενης στο σπόρο πρωτεΐνης

Πίνακας 13

Ποικιλίες	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ΜΟ Πρωτεΐνη %	23,4 3 ghij	22,89 cdefghi	23,26 efghij	23,84 hij	21,80 abcdefg	22,92 defghij	23,35 fghij	21,4 4 abcd	24,16 ij	22,87 cdefghi
Ποικιλίες	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
ΜΟ Πρωτεΐνη %	20,9 3	22,61	21,60	21,47	22,35	22,28	21,74	25,7 8	23,13	22,29

%	a	bcdefghi	abcd e	abcd	abcdefg h	abcdefg h	abcdef	k	defghij	abcdefg h
Ποικιλίες	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
ΜΟ Πρωτεΐνη %	21,2 2 abc	22,56 abcdefgh i	24,52 jk	21,67 abcde f	22,27 abcdefg h	22,77 bcdefghi	22,77 bcdefgh i	23,6 2 hij	21,83 abcdef g	21,18 ab

Από την ποιοτική και στατιστική ανάλυση προκύπτει ότι οι ποικιλίες ελαιοκράμβης Exact, Executive, Cambel, NK Formula, Nelson , Ability δεν έχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ τους ως προς την περιεκτικότητα του σπόρου σε πρωτεΐνη. Η ποικιλία με τον υψηλότερο μέσο όρο είναι η Cambel με 23,84 % πρωτεΐνη και αυτή με το χαμηλότερο είναι η NK Formula με 22,87 % περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη. (πίνακας 10-13)

Ανάμεσα στις Fortis, NK Bravour, Recital, RNX 3401, RNX 3402, RNX 3404, Toccata, Royal, Smart, Hornet, Lilian , 45D01 , 46W10, 46W09, 46W31, Agaran, Cooper και Pacific δεν παρουσιάστηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές με την Recital να παρουσιάζει το μικρότερο μέσο όρο με τιμή 20,93 & ενώ οι Agaran και 46W31 εμφάνισαν τους μεγαλύτερους μέσους όρους με τιμή 22,77% πρωτεΐνη στο σπόρο.

Οι ποικιλίες που εμφάνισαν πολύ υψηλούς μέσους όρους πρωτεΐνης στο σύνολο των 30 ποικιλιών είναι οι Champlain, NK Astoria, Californium με περιεκτικότητα του σπόρου σε πρωτεΐνη 23,62%, 23,35% και 23,43% αντίστοιχα ενώ οι NK Fair, 46W04, Tracia είχαν τους υψηλότερους με τιμές μέσων όρων 24,16%, 24,52% και 25,78% αντίστοιχα.

8. Περιεκτικότητα του σπόρου σε γλυκοζινολική ένωση

Πίνακας 14

Ποικιλίες	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ΜΟ GSL μmol/g	14,24 abcdef	24,83 k	17,68 defgh	24,81 k	16,31 cdefgh	23,15 ijk	19,30 fghij	14,57 abcdefg	17,82 efgh	18,68 fghij
Ποικιλίες	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
ΜΟ GSL	12,49	13,27	11,11	15,60	24,17	13,06	18,23	21,06	15,44	14,53

μmol/g	abcd	abcde	abc	bcdefg	jk	abcde	efghi	hijk	bcdefg	abcdefg
Ποικιλίες	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
MO GSL μmol/g	14,26 abcdef	10,92 ab	11,99 abc	11,71 abc	11,76 abc	19,69 ghij	16,15 bcdefgh	20,80 hijk	11,03 abc	9,77 a

Από τη σύγκριση των ποικιλιών της ελαιοκράμβης προέκυψε ότι οι Exact, Cambel, Nelson , NK Astoria, NK Formula, Royal, Toccata, Tracia, Champlain, και 46W31 δεν παρουσιάζουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ τους. Η Exact παρουσίασε το μεγαλύτερο μέσο όρο με τιμή 24,83 μmol/gr γλυκοσινολενικού οξέως ενώ το χαμηλότερο παρουσίασε η Toccata με τιμή 18,23 μmol/gr.

Στατιστικώς σημαντικές διαφορές δεν παρουσίασαν μεταξύ τους και οι ποικιλίες Californium, Cooper, Recital, RNX 3401, RNX 3402, RNX 3404, Smart, Lilian, 45D01 , 46W10, 46W09, 46W04, NK Bravour και Pacific από τις οποίες η Pacific εμφάνισε τη χαμηλότερη περιεκτικότητα σε γλυκοζινολική ένωση με τιμή 9,77 μmol/gr ενώ την υψηλότερη εμφάνισε η RNX 3404 με περιεκτικότητα 15.6 μmol/gr.

Μεσαίες τιμές από τις παραπάνω εμφάνισαν οι NK Fair, Executive, Nelson , Ability, Fortis και Agapan χωρίς στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ τους. (πίνακας 5)

Πίνακας 15

	Ποικιλίες	MO moisture in %	MO C18:1	MO C18:3	MO C22:1	MO S
1	CALIFORNIUM	4,11 hi	70,88 ghi	8,41 abcdef	0,24 fgghi	0,37 cdefghijk
2	EXACT	2,86 ab	67,92 bcde	7,94 abcd	1,55 bcdefg	0,41 hijklm
3	EXECUTIVE	3,78 fgghi	69,55 efgh	8,51 abcdef	0,85 cdefgh	0,39 fghijkl
4	CAMBEL	4,82 j	66,62 bcde	10,70 i	3,39 j	0,45 lm
5	FORTIS	3,41 bcdefg	68,79 cdef	8,18 abcdef	0,45 ghi	0,34 bcdefg
6	NELSON	3,51 defgh	68,99 cdefg	8,34 abcdef	0,71 cdefgh	0,43 klm
7	NK ASTORIA	2,88 abc	69,20 defgh	7,99 abcde	2,44 abcd	0,38 efghijk
8	NK BRAVOUR	3,60 efgh	66,38 bcde	9,76 ghi	3,87 abcd	0,35 bcdefghi
9	NK FAIR	4,09 hi	68,50 cde	9,25 fgh	0,19 fgghi	0,40 fghijkl
10	NK FORMULA	3,44 cdefg	68,91 cdef	8,66 bcdefg	0,99 bcdefgh	0,38 defghijk
11	RECITAL	3,57 defgh	71,03 hi	8,16 abcdef	1,89 bcde	0,29 ab
12	RNX 3401	3,82 ghi	68,03 bcde	9,17 efgh	0,73 hi	0,34 bcdef
13	RNX 3402	3,53 defgh	69,16 defgh	8,78 cdefg	0,34 efgh	0,31 abc
14	RNX 3404	3,65 efghi	69,23 defgh	9,09 defgh	0,77 hi	0,35 bcdefghi
15	ROYAL	3,36 bcdefg	67,08 bcde	8,42 abcdef	0,64 cdefg	0,43 jklm
16	SMART	3,14 abcde	71,06 hi	7,32 a	2,99 abcd	0,35 bcdefgh
17	TOCCATA	3,20 abcdef	70,61 fgghi	7,76 abc	1,25 bcdefgh	0,37 defghijk
18	TRACIA	5,29 j	69,70 efgh	10,57 i	3,62 j	0,47 m
19	ABILITY	4,19 i	69,53 defgh	9,91 hi	2,92 j	0,36 cdefghij
20	HORNET	3,57 defgh	68,53 cde	8,44 abcdef	1,49 bcdefg	0,35 bcdefghi
21	LILIAN	3,39 bcdefg	71,95 i	8,52 abcdef	2,04 ij	0,32 abcde
22	45D01	3,92 ghi	68,87 cdef	8,31 abcdef	1,04 bcdefgh	0,33 abcdef

23	46W04	3,48	defg	68,90	cdef	7,40	a	0,55	hi	0,35	bcdefgh
24	46W09	3,00	abcd	69,12	defgh	8,11	abcdef	1,61	bcdef	0,29	ab
25	46W10	2,90	abc	69,45	defgh	7,71	abc	2,32	abcde	0,31	abcd
26	46W31	3,61	efgh	67,93	bcde	7,91	abcd	2,96	ab	0,40	ghijkl
27	AGAPAN	3,64	efghi	69,02	cdefg	8,08	abcdef	2,63	abc	0,37	cdefghijk
28	CHAMPLAIN	3,56	defgh	67,54	bcd	8,86	cdefgh	1,20	bcdefg	0,42	ijklm
29	COOPER	2,71	a	69,37	defgh	7,48	ab	0,42	defgh	0,29	ab
30	PACIFIC	2,69	a	64,33	a	8,49	abcdef	2,61	abc	0,27	a

9. Περιεκτικότητα του σπόρου σε % υγρασία

Πίνακας 16

Ποικιλίες	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
MO moisture %	4,11 hi	2,86 ab	3,78 fghi	4,82 j	3,41 bcdefg	3,51 defgh	2,88 abc	3,60 efgh	4,09 hi	3,44 cdefg
Ποικιλίες	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
MO moisture %	3,57 defgh	3,82 ghi	3,53 defgh	3,65 efghi	3,36 bcdefg	3,14 abcde	3,20 abcdef	5,29 j	4,19 i	3,57 defgh
Ποικιλίες	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
MO moisture %	3,39 bcdefg	3,92 ghi	3,48 defg	3,00 abcd	2,90 abc	3,61 efgh	3,64 efghi	3,56 defgh	2,71 a	2,69 a

Από τον πίνακα 15-16 προκύπτει ότι οι ποικιλίες ελαιοκράμβης Californium, Executive, 45D01 , NK Fair, RNX 3404, Ability, Cambel δεν παρουσιάζουν μεταξύ τους στατιστικώς σημαντικές διαφορές. Η Ability εμφάνισε το μεγαλύτερο μέσο όρο υγρασίας του σπόρου στις τέσσερις επαναλήψεις με τιμή 4,19% ενώ το χαμηλότερο είχε η Executive με τιμή 3,78%.

Επίσης οι Exact, Fortis , Nelson, NK Astoria, Royal, Toccata, Smart, Lilian, 46W09, 46W10, Cooper, Pacific δεν παρουσίασαν μεταξύ τους στατιστικώς σημαντικές διαφορές με τις Cooper και Pacific να παρουσιάζουν τους

χαμηλότερους μέσους όρους 2,71% και 2,69% αντίστοιχα ενώ η Lilian παρουσίασε τον υψηλότερο με τιμή 3,39 % υγρασία σπόρου.

Τέλος οι ποικιλίες Nelson, NK Formula, NK Bravour , RNX 3401, RNX 3402 Recital, Hornet, 46W31, 46W04, Champlain δεν παρουσίασαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές με μεσαία ποσοστά υγρασίας σπόρου ενώ η Tracia είχε το μεγαλύτερο ποσοστό υγρασίας με τιμή 5,29 %.

10. Περιεκτικότητα σε ελαϊκό οξύ (C18:1)

Πίνακας 17

Ποικιλίες	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
MO C18:1	70,88 ghi	67,92 bcde	69,55 efgh	66,62 bcde	68,79 cdef	68,99 cdefg	69,20 defgh	66,38 bcde	68,50 cde	68,91 cdef
Ποικιλίες	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
MO C18:1	71,03 hi	68,03 bcde	69,16 defgh	69,23 defgh	67,08 bcde	71,06 hi	70,61 fghi	69,70 efgh	69,53 defgh	68,53 cde
Ποικιλίες	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
MO C18:1	71,95 i	68,87 cdef	68,90 cdef	69,12 defgh	69,45 defgh	67,93 bcde	69,02 cdefg	67,54 bcd	69,37 defgh	64,33 a

Από την ποιοτική ανάλυση του σπόρου και με στατιστική ανάλυση προέκυψε ότι οι ποικιλίες Lilian, Recital, Toccata, Smart, Californium δεν διαφέρουν στατιστικώς μεταξύ τους και έχουν τις υψηλότερες τιμές ελαϊκού οξέος ανάμεσα στις τριάντα ποικιλίες που καλλιεργήθηκαν με υψηλότερη τιμή αυτή της Lilian με μέσο όρο 71,95%.

Οι ποικιλίες Nelson, Fortis , NK Astoria, Executive, NK Formula, RNX 3402, RNX 3404, Ability, Tracia, 46W04, 45D01, 46W09, 46W10, Agapan και Cooper δεν παρουσίασαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές με την Ability να έχει τον υψηλότερο μέσο όρο με τιμή 69,53%.

Την χαμηλότερη τιμή σε ελαϊκό οξύ εμφάνισε η Pacific με τιμή 64,33. (πίνακας 6)

11. Περιεκτικότητα του σπόρου σε λινολενικό οξύ (C18:3)

Πίνακας 18

Ποικιλίες	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
MO C18:3	8,41 abcdef	7,94 abcd	8,51 abcdef	10,70 i	8,18 abcdef	8,34 abcdef	7,99 abcde	9,76 ghi	9,25 fgh	8,66 bcdefg
Ποικιλίες	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
MO C18:3	8,16 abcdef	9,17 efgh	8,78 cdefg	9,09 defgh	8,42 abcdef	7,32 a	7,76 abc	10,57 i	9,91 hi	8,44 abcdef
Ποικιλίες	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
MO C18:3	8,52 abcdef	8,31 abcdef	7,40 a	8,11 abcdef	7,71 abc	7,91 abcd	8,08 abcdef	8,86 cdefgh	7,48 ab	8,49 abcdef

Οι περισσότερες από τις ποικιλίες ελαιοκράμβης που καλλιεργήθηκαν, οι Californium, Exact, Executive, NK Astoria, Fortis, Nelson , Recital, Royal, Toccata, Hornet, 45D01, Lilian , 46W10, 46W04 46W31, 46W09 , Agapan, Pacific, Cooper δεν παρουσίασαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ τους ως προς αυτό το χαρακτηριστικό. Από αυτές τη μεγαλύτερη τιμή εμφάνισε η Lilian με μέσο όρο λινολενικού οξέος στο σπόρο 8,52 %.

Τις υψηλότερες τιμές ανάμεσα στις τριάντα ποικιλίες εμφάνισαν οι NK Bravour, Tracia, Ability ενώ η Cambel είχε την υψηλότερη τιμή με 10,70 %. Το χαμηλότερο μέσο όρο λινολενικού οξέος στις τέσσερις επαναλήψεις εμφάνισε η Smart με τιμή 7,32%.

Οι υπόλοιπες έξι ποικιλίες κυμάνθηκαν από 8,66 έως 9,25 %. (πίνακας 6)

12. Περιεκτικότητα σε ερουκικό οξύ (C22:1)

Πίνακας 19

Ποικιλίες	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
MO C22:1	0,24 fghi	-1,55 bcdefg	-0,85 cdefgh	3,39 j	0,45 ghi	-0,71 cdefgh	-2,44 abcd	-3,87 abcd	0,19 fghi	-0,99 bcdefgh
Ποικιλίες	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
MO C22:1	-1,89 bcde	0,73 hi	-0,34 efgh	0,77 hi	-0,64 cdefg	-2,99 abcd	-1,25 bcdefgh	3,62 j	2,92 j	-1,49 bcdefg
Ποικιλίες	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
MO C22:1	2,04 ij	-1,04 bcdefgh	0,55 hi	-1,61 bcdef	-2,32 abcde	-2,96 ab	-2,63 abc	-1,20 bcdefg	-0,42 defgh	-2,61 abc

Η περιεκτικότητα σε ερουκικό οξύ σύμφωνα με τον πίνακα 6 έχει ως εξής:

Οι ποικιλίες Californium, Fortis, Cambel , RNX 3401, NK Fair, RNX 3404, Ability, Tracia, Lilian, 46W04 δεν παρουσίασαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ τους. Το υψηλότερο ποσο ερουκικού οξέος εμφάνισαν η Tracia και η Cambel ενώ το χαμηλότερο είχε η NK-Fair.

Επίσης οι ποικιλίες Exact, Executive, Nelson, RNX 3402, Royal, Toccata, Hornet, 45D01, Cooper, Champlain δεν εμφάνισαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές με μεγαλύτερη τιμή αυτή της Cooper και μικρότερη αυτή της Exact.

Από τις υπόλοιπες ποικιλίες ελαιοκράμβης που καλλιεργήθηκαν, ξεχώρισαν οι NK-Bravour και η Smart με τις χαμηλότερες τιμές στο σύνολο των τριάντα ποικιλιών.

13. Περιεκτικότητα του σπόρου σε θείο (S)

Πίνακας 20

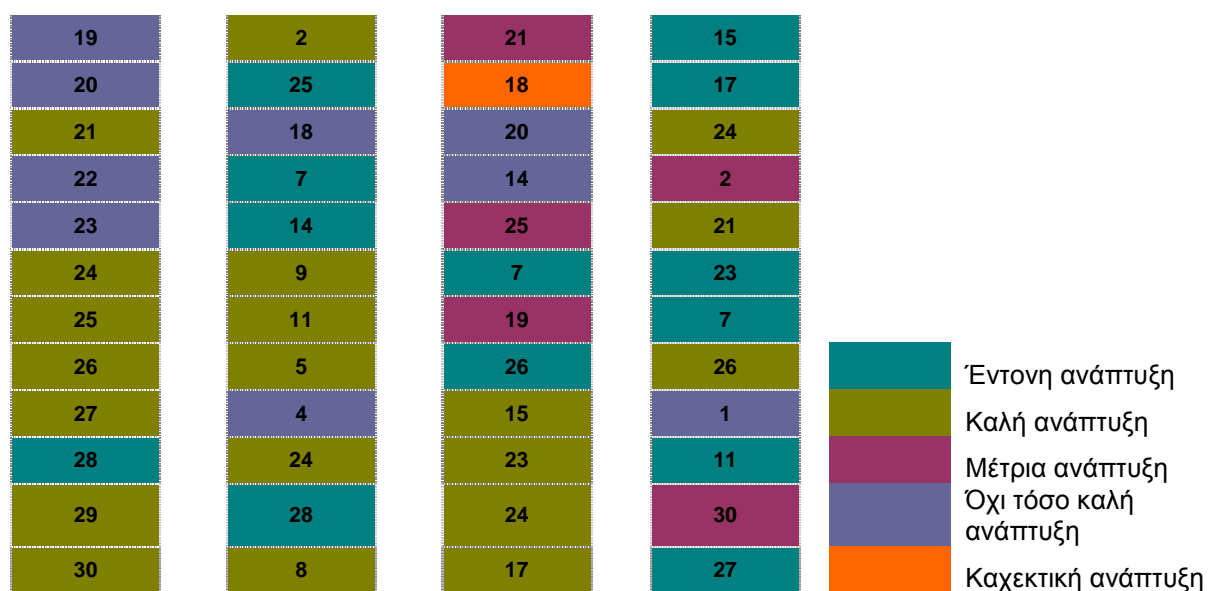
Ποικιλίες	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
MO S	0,37 cdefghij k	0,41 hijklm	0,39 fghijkl	0,45 lm	0,34 bcdef g	0,43 klm	0,38 efghijk	0,35 bcdefgh i	0,40 fghijkl	0,38 defghijk
Ποικιλίες	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
MO S	0,29 ab	0,34 bcdef	0,31 abc	0,35 bcdefgh i	0,43 jklm	0,35 bcdefg h	0,37 defghijk	0,47 m	0,36 cdefghi j	0,35 bcdefgh i
Ποικιλίες	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
MO S	0,32 abcde	0,33 abcde f	0,35 bcdefg h	0,29 ab	0,31 abcd	0,40 ghijkl	0,37 cdefghij k	0,42 ijklm	0,29 ab	0,27 a

Ως προς αυτό το χαρακτηριστικό οι περισσότερες από τις τριάντα ποικιλίες ελαιοκράμβης δεν παρουσίασαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ τους και τα ποσοστά θείου στο σπόρο κυμάνθηκαν από 0,32 % έως 0,43 %. Τις ακραίες τιμές της στατιστικής ανάλυσης παρουσίασαν η Tracia με μέσο όρο θείου στις τέσσερις επαναλήψεις 0,47% και το χαμηλότερο είχε η Pacific με 0,27 %. (πίνακας 6)

14. Εκτίμηση της ανάπτυξης των ποικιλιών που καλλιεργήθηκαν

Από τις παρατηρήσεις στον αγρό προέκυψε ο παρακάτω πίνακας 21 που δίνει στοιχεία για την ανάπτυξη της κάθε ποικιλίας στον αγρό του Π.Θ. όπου πραγματοποιήθηκε το πείραμα.

1 ^η Επανάληψη	2 ^η Επανάληψη	3 ^η Επανάληψη	4 ^η Επανάληψη
1	10	5	25
2	17	29	9
3	20	22	4
4	26	6	5
5	12	9	28
6	3	1	8
7	16	10	12
8	6	12	3
9	1	2	16
10	21	16	22
11	23	8	14
12	29	3	10
13	27	30	13
14	22	11	6
15	13	4	29
16	19	13	19
17	30	27	20
18	15	28	18



Πίνακας 21

8. Συμπεράσματα – Συζήτηση

Συνοπτικά από τη στατιστική ανάλυση όλων των χαρακτηριστικών που μελετήθηκαν καταλήγουμε στα εξής συμπεράσματα:

Τους υψηλότερους μέσους όρους ξηρής βιομάζας ανα φυτό ελαιοκράμβης, ανάμεσα στις 30 ποικιλίες που καλλιεργήθηκαν συνολικά, τους εμφάνισαν οι RNX 3401, Exact και η Royal με μέσους όρους 32,9 gr. οι δύο πρώτες και 31 gr. η τελευταία. Η RNX 3401 εμφάνισε επίσης το μεγαλύτερο μέσο όρο ύψους φυτού με τιμή 1,3 m. ενώ η Exact παρουσίασε το μεγαλύτερο μέσο όρο GLS (γλυκοζινολικών ενώσεων) με τιμή 24,83 $\mu\text{mol/gr}$.

Από το σύνολο των ποικιλιών τις υψηλότερες αποδόσεις σε σπόρο είχαν οι Ability και Hornet με μέσο όρο 550,5 και 770 gr σπόρου αντίστοιχα. Η Ability συνδυάζει μαζί με τη Lilian και το μεγαλύτερο ποσοστό περιεχόμενο στο σπόρο ελαίου με τιμές 40,04 και 39,22 % ενώ η Californium παρουσίασε τον χαμηλότερο μέσο όρο με τιμή 33,18%. Η υψηλότερη τιμή σε ελαϊκό οξύ ήταν επίσης της Lilian με μέσο όρο 71,95%.

Οι ποικιλίες που εμφάνισαν πολύ υψηλούς μέσους όρους πρωτεΐνης στο σύνολο των 30 ποικιλιών είναι οι Champlain, NK Astoria, Californium με περιεκτικότητα του σπόρου σε πρωτεΐνη 23,62%, 23,35% και 23,43% αντίστοιχα

ενώ οι NK Fair, 46W04, Tracia είχαν τους υψηλότερους με τιμές μέσων όρων 24,16%, 24,52% και 25,78% αντίστοιχα.

Την πληθώρα των μη επιθυμητών χαρακτηριστικών συγκέντρωσε η Tracia όπως το μεγαλύτερο ποσοστό υγρασίας με τιμή 5,29 %, το χαμηλότερο μέσο όρο από όλες τις ποικιλίες με αριθμό θέσεων ανθέων 29,35, το εξαιρετικά χαμηλό ύψος φυτών με μέσο όρο 0,82 m. , τη χαμηλότερη απόδοση σε σπόρο με τιμή 129,75 gr και τον υψηλότερο μέσο όρο θείου στις τέσσερις επαναλήψεις με τιμή 0,47%. Πέρα από τα αρνητικά χαρακτηριστικά εμφάνισε το μεγαλύτερο ποσοστό πρωτεΐνης εάν επρόκειτο να καλλιεργηθεί με σκοπό την παραγωγή ζωοτροφών.

Παρά την απελευθέρωση διάφορων канаδικών ανοιξιότικων ποικιλιών ελαιοκράμβης (Stellar, Apollo και Allons) μόνο πρόσφατα επιτεύχθηκε να μεταφερθεί αυτό το χαρακτηριστικό στις κατάλληλα προσαρμοσμένες γραμμές χειμερινής ελαιοκράμβης (Rakow 1973, Rücker and Röbbelen 1996, Scarth et al. 1997). Για να αυξήσει την περιεκτικότητα σε ελαϊκό οξύ επάνω από 80% και, ταυτοχρόνως, να χαμηλώσει το επίπεδο PUFA έχουν χρησιμοποιηθεί διάφορες βελτιωτικές διαδικασίες, συμπεριλαμβανομένης της μεταλλαξογένεσης που εφαρμόζεται στους σπόρους (Auld et al. 1992, Rücker and Röbbelen 1995) ή τα έμβρυα που παράγονται από μικροσπόρια (Wong et Al 1991).

Ως προς τη χρήση της για παραγωγή βιοκαυσίμων (βιοντήζελ), οι έρευνες στράφηκαν στη μείωση της περιεκτικότητας σε κορεσμένα λίπη, σε χαμηλότερο σημείο τήξης και σε καλύτερες ιδιότητες ψυχρής ροής σε σύγκριση με άλλα λάδια (π.χ. σόγια). Επίσης το χαμηλό επίπεδο σε πολυακόρεστα λίπη ισοδυναμεί με χαμηλότερες εκπομπές οξειδίων.

Λόγω της μελλοντικής αύξησης των αναγκών σε ενέργεια, για ικανοποίηση ανθρώπινων δραστηριοτήτων, αλλά και της συρρίκνωσης των αποθεμάτων πετρελαίου και άλλων ορυκτών καυσίμων, θα πρέπει να ληφθούν δραστικά μέτρα για την αξιοποίηση άλλων μορφών ανανεώσιμης ενέργειας όπως είναι τα βιοκαύσιμα.

Για αυτό θα πρέπει να υπάρξει στενή συνεργασία μεταξύ κρατικών οργανισμών, επιστημόνων - βελτιωτών, πανεπιστημίων, ινστιτούτων, ομάδων παραγωγών, μεταποιητών, εμπόρων και εταιρειών πολλαπλασιαστικού υλικού καθώς και διακινητών καυσίμων.

Στόχος τους θα πρέπει να είναι:

- ♦ Η βελτίωση των υφισταμένων ποικιλιών (αύξηση παραγωγής, βελτίωση ποιοτικών χαρακτηριστικών αναλόγως της χρήσης τους, καλύτερη προσαρμοστικότητα σε διαφορετικά περιβάλλοντα, ανθεκτικότητα σε παθογόνα, εχθρούς και αντίξοες συνθήκες).
- ♦ Η προστασία του περιβάλλοντος μέσω προγραμμάτων ολοκληρωμένης διαχείρισης ενεργειακών καλλιεργειών (αμειψισπορά, λιγότερες εισροές) βιολογικής γεωργίας, αειφόρου διαχείρισης, αξιοποίησης υδάτινων πόρων.
- ♦ Η ευαισθητοποίηση των καταναλωτών για σεβασμό στο περιβάλλον, οικολογική συνείδηση χρήσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας μηδενικών ρύπων (βιοκαύσιμα).

Η προώθηση της χρήσης των βιοκαυσίμων, τηρουμένων των βιώσιμων γεωργικών και δασοκομικών πρακτικών που ορίζονται στους κανόνες της κοινής γεωργικής πολιτικής, θα μπορούσε να δημιουργήσει νέες ευκαιρίες για την βιώσιμη αγροτική ανάπτυξη σε μια κοινή γεωργική πολιτική με σαφέστερο στόχο την αγορά, η οποία θα είναι περισσότερο προσανατολισμένη προς την ευρωπαϊκή αγορά και προς το σεβασμό της ακμάζουσας ζωής της υπαίθρου και της πολυλειτουργικής γεωργίας και θα μπορούσε να ανοίξει μια νέα αγορά για τα καινοτόμα γεωργικά προϊόντα των σημερινών και των μελλοντικών κρατών μελών.

Στο πλαίσιο αυτό, επιβάλλεται άμεσα, η νομοθετική αυτή πρωτοβουλία να συνδυαστεί με τη σύνταξη και εφαρμογή, σε εύλογο χρονικό διάστημα, ενός ολοκληρωμένου εθνικού σχεδίου δράσης, το οποίο θα αντιμετωπίζει όχι μόνο τα βιοκαύσιμα αλλά και το ευρύτερο θέμα των ενεργειακών καλλιεργειών και της βιομάζας, με αναπτυξιακή προοπτική και αποτελεσματικότητα, λαμβάνοντας υπόψη τις ανάγκες και τις δυνατότητες του αγροτικού τομέα της χώρας μας, ιδιαίτερα μετά την εφαρμογή της νέας αναθεωρημένης ΚΑΠ.

Μελετώντας και εμβαθύνοντας στα στοιχεία που προέκυψαν από την ερευνητική διαδικασία, προκύπτει ότι οι τριάντα εμπορικές ποικιλίες

ελαιοκράμβης έδειξαν ποικιλόμορφη προσαρμοστικότητα και ευδοκίμησαν στη ζώνη του σκληρού σιταριού σε μια ήπια χρονικά από άποψη ψύχους το χειμώνα.

Όπωςδήποτε η ημερομηνία σποράς παίζει πολύ σημαντικό ρόλο στο βαθμό που μπορούν να ανταπεξέλθουν στις δυσμενείς συνθήκες του χειμώνα. Όσο πρωιμότερη είναι η σπορά τόσο μεγαλύτερο χρονικό διάστημα έχει το φυτό να φθάσει στο στάδιο των 4-6 πραγματικών φύλλων (ροζέττας) και να αναπτύξει ικανοποιητικό ριζικό σύστημα ώστε να ξεπεράσει το θερμικό σοκ. Το ισχυρό ριζικό σύστημα βοηθάει το φυτό να αναβλαστήσει έστω και αν έχουν νεκρωθεί ορισμένα φύλλα.

Η πυκνότητα σποράς φαίνεται να επηρεάζει σημαντικά την ανταγωνιστικότητα στα ζιζάνια, την αποτελεσματικότερη φωτοσυνθετική δράση, το "κλάρωμα" και δέσιμο των φυτών, το πλάγιασμα και τις τελικές αποδόσεις.

Μία σωστά τοποθετημένη φυτεία είναι πολύ ανταγωνιστική ως προς τα ζιζάνια. Πιθανή χρήση συστημάτων πυκνής σποράς και σωστής εναλλαγής καλλιεργειών (αμειψισποράς) μπορεί να οδηγήσει στην αποφυγή χρήσης εκλεκτικών ζιζανιοκτόνων νωρίς την άνοιξη (μείωση κόστους καλλιέργειας).

Αναμφίβολα τα υβρίδια έδειξαν μια καλύτερη συμπεριφορά ως προς την αντοχή στο ψύχος, την ευρωστία, το δέσιμο και τις ποσοτικές και ποιοτικές αποδόσεις καθώς και μεγαλύτερη αντοχή σε εντομολογικές προσβολές.

Σε Ελληνικές ξηροθερμικές συνθήκες δεν δείχνει να αντιμετωπίζει ιδιαίτερα προβλήματα ως προς τις μυκητολογικές προσβολές σε αντίθεση με τις εντομολογικές. Επιπλέον όπου υπάρχει δυνατότητα άρδευσης καλλιέργειας σε άνυδρες χρονιές θα βοηθούσε στην καλύτερη απόδοση της καλλιέργειας.

Πολύ σημαντικό ρόλο παίζει το στάδιο της συγκομιδής ώστε αφενός να έχει ωριμάσει ο σπόρος και να αποκτήσει τα προσδοκώμενα ποιοτικά χαρακτηριστικά, αφετέρου να περιοριστούν οι πιθανές απώλειες κατά την μηχανική συγκομιδή από υπερβολικό τίναγμα λόγω ανοίγματος των λοβών.

Η αποδοχή της συγκεκριμένης καλλιέργειας από τους παραγωγούς και η καθιέρωσή της σε ορισμένες ζώνες καλλιέργειας θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί μέσω της ένταξής της σε σωστό πρόγραμμα αμειψισποράς και εφόσον αποφέρει τουλάχιστον 20-30% επιπλέον καθαρό εισόδημα από τις υπάρχουσες παραδοσιακές καλλιέργειες.

Τα αποτελέσματα του πειράματος δεν μπορούν να γενικευτούν εύκολα, λόγω του πειραματισμού για ένα έτος. Για την εξαγωγή πιο αξιόπιστων και ασφαλέστερων αποτελεσμάτων θα πρέπει να γίνει συστηματική αξιολόγηση των νέων ποικιλιών ελαιοκράμβης σε διαφορετικές περιοχές και με επανάληψη στο χρόνο.

9. Ελληνική νομοθεσία για την προώθηση των βιοκαυσίμων

Ακολουθώντας την οδηγία της Ευρωπαϊκής Ένωσης 2003/30, η ελληνική κυβέρνηση ψήφισε το 2005 ένα νέο νόμο Ν 3423 (ΦΕΚ 304/Α/12.12.2005) για την εισαγωγή των βιοκαυσίμων. Σύμφωνα με αυτόν, το βιοντήζελ είναι το βασικό βιοκαύσιμο για τον ελληνικό τομέα μετακινήσεων ενώ η βιοαιθανόλη αναμένεται να παρουσιαστεί στην αγορά το 2008. (πίνακας 8)

Ο συγκεκριμένος νόμος επιβάλλει την υποχρεωτική χρήση όλου του αποφορολογημένου βιοντήζελ στα υπάρχοντα διύλιστήρια (στο 5% της σοδειάς). Οι αποφορολογημένες ποσότητες αποφασίζονται σε ετήσια βάση με ένα σχέδιο ποσόστωσης. Ο νόμος 3340/05 (άρθρο 34) δηλώνει ότι οι αποφορολογημένες ποσότητες του βιοντήζελ είναι 91,000 m³ (71,851 τόνοι) για το 2006 και 114,000 m³ (97,695 τόνοι) για το 2007, ενώ δεν έχουν ανακοινωθεί ως τώρα αποφορολογημένες ποσότητες βιοαιθανόλης. Οι απαφορολογημένες ποσότητες παρουσιάζονται στον πίνακα 22.

Χρονιά	Αναμενόμενη κατανάλωση	Βιοντήζελ που χρησιμοποιήθηκε	Βιοντήζελ που χρειάστηκε
--------	---------------------------	----------------------------------	-----------------------------

	ντήζελ για αυτοκίνηση (χιλιάδες τόνοι)	(%)	(τόνοι)
2005	2,084	2,00	46,976
2006	2,125	3,00	71,851
2007	2,167	4,00	97,695
2008	2,208	4,50	111,986
2009	2,249	5,00	126,739
2010	2,290	5,50	148,407

Πίνακας 22 : Αναμενόμενες απαιτήσεις σε βιοντήζελ. Το 2005 μόνο 420 τόνοι βιοντήζελ παράχθηκαν ενώ το 2006, 51,545 τόνοι παράχθηκαν και μεταφέρθηκαν στα διυλιστήρια για κατεργασία. (ΥΡΑΝ 2004)

10. Βιβλιογραφία

Αγερίδης, Γ., Χρήστου, Μ., 2006. «Τα βιοκαύσιμα και ο αναπτυξιακός τους ρόλος για τη βιομηχανία και τον αγροτικό τομέα». ΤΕΕ/ΤΚΜ, Διημερίδα. Θεσσαλονίκη 3 - 4 Νοεμβρίου 2006

Αμπατζόγλου Κ, Παπαδόπετρου Δημ., Μαρμπουνάκη Γ., 1971. Προγράμματα Ερευνητικής Εργασίας, Ινστιτούτο Βάμβακος - Σίνδος

Αθανασόπουλος, Β. και Περδικάρης, Α. (2005). *Η ελαιοκράμβη, βοτανικά χαρακτηριστικά, χρήσεις, νέες ποικιλίες.* Γεωργία - Κτηνοτροφία

Agricultural biotechnology in Europe (abe). (2002). *Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τη γεωργική βιοτεχνολογία.*

Altener (1999). *Πρόγραμμα Ε.Ε, βιο-ντήζελ η νέα πραγματικότητα, τοπική ένωση δήμων & κοινοτήτων* Ν. ΚΙΛΚΙΣ

Antonini G., Burghard P., Champolivier L., Evrard J., και Gueguen J. (1999). *Evaluation of non-food utilization of rapeseed meal. New horizons for an old crop. Proceedings of the 1st International Rapeseed Congress, Canberra Australia*

Βακάκης και Συνεργάτες Α.Ε., 2006. "ΕΛΑΙΟΚΡΑΜΒΗ". Εκδόσεις Σταμούλη

Bang HO, Dyerberg J: "Lipid metabolism and ischemic heart disease in Greenland Eskimos", in: Draper H, ed. "Advances in Nutrition Research", Plenum Press, New York, 1980

Βλάχος, Χ. (2007). *Η καλλιέργεια της ελαιοκράμβης στην Ουγγαρία*, Γεωργία - Κτηνοτροφία

Biofuels: an explosive expansion διαθέσιμο στο δικτυακό τόπο [http://www.ufop.de/english _ news.php](http://www.ufop.de/english_news.php) (14/5/2007).

Γαλανοπούλου - Σενδούκα, Σ. (1997). *Ειδική Γεωργία 2, σημειώσεις Πανεπιστημίου Θεσσαλίας Βόλος.*

Γενναδίου, Π.Γ., 1914. «Λεξικόν Φυτολογικόν». Εκδόσεις ΤΡΟΧΑΛΙΑ.

Canadian Food Inspection Agency, Plant Biosafety office, (1994). *The biology of Brassica napus L. (Canola/Rapeseed).*

Carruthers S.P. κ. συν., (1995). *Industrial Markets for UK-produced Oilseeds. HGCA Research Review No 089. London HGCA*

Clark, F.E., 1956. J. Soil and water conserv. 11:239.

Collins, K., 2007. The New World of Biofuels, Implications for Agriculture and Energy. EIA Energy Outlook, Modeling, and Data Conference. March 28, 2007

CODEX, (1999). *Codex standard for named vegetable oils.*

Conner, AJ., Clare, TR., και Nap, JP. (2003). *The release of genetically modified crops into the environment, part 2, overview of ecological risk assessment, the Plant Journal,*

Crawley, MJ., Brawn, SL., Hails, RS., Kohn, DD και Rees, M. (2001). *Transgenic crops in natural habitats, Nature,*

Cvengros, J. και Povazanee, F. (1996). *Production and Treatment of Rapeseed Oil Methyl Esters as Alternative Fuels for Diesel Engines, Bioresource Technology*

Δαναλάτος, Ν. (2006). *Βιώσιμες καλλιέργειες για παραγωγή βιοκαυσίμων στην Ελλάδα.*

Δημόπουλος ΚΑ, Αντωνοπούλου Σ: "Βασική Βιοχημεία", Αθήνα 2000, σ.187. (β)
Δημόπουλος ΚΑ, Ανδρικόπουλος ΝΚ: "Διατροφή", Εκδ. Α. Μπιστικέας, Αθήνα, 1996:

Παραδόσεις Διατροφής στο Τμήμα Χημείας του Πανεπιστημίου Αθηνών, Κεφάλαιο: "Ρόλος των Λιπαρών Υλών στη Διατροφή" Euroserver, (2004). *Biodiesel Barometer*

Duke, J.A., 1983. Brassica napus L., Handbook of Energy Crops. Purdue University - USA.

EEA Environmental Issue Report (2002). *Genetically Modified Organisms: the significance of gene flow through pollen transfer*

Επιτροπή των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων, 2006. Έκθεση προόδου για τα βιοκαύσιμα: Έκθεση προόδου για τη χρήση βιοκαυσίμων και άλλων ανανεώσιμων στα κράτη μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης. COM(2006) 845/10-1-2007.

Johnson, D., Croissant, R., 1992. Rapeseed / Canola production No 110, Colorado State University.

Καββάδα Δ., 2002. Βοτανικό και Φυτολογικό λεξικό. Εκδόσεις Πελεκάνος.
Καφαντάρης, Τ., 2005. "Κλίμα - Εφιαλτικά σενάρια και ριζοσπαστικές λύσεις". "BHMAscience".14384:H04.

Κυρίτσης, Σ., 2006. «Οι Νέες Τάσεις για τα Βιοκαύσιμα στην Ευρωπαϊκή Ένωση και τα Ευρωπαϊκά Κράτη. Τα Οικονομικά Δεδομένα Παραγωγής των Βιοκαυσίμων στην Ελλάδα». Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών. Πρακτικά από ημερίδα «Βιοκαύσιμα: Από το Χωράφι στο Αυτοκίνητο». Κέντρο ΓΑΙΑ. Μουσείο Φυσικής Ιστορίας Γουλανδρή. 22 Ιουνίου 2006

Namatov, E., Nikolaou, A., Lychnaras, V., Panoutsou, K., 2004. Vegetable oil crops as a potential source for Biodiesel production in Greece.

Νάματοβ, Ε., Νικολάου, Α., Μαρδίκης, Μ., Πανούτσου, Κ., 2003. «Ελαιοκράμβη (Brassica sp.) μια υποσχόμενη καλλιέργεια για την παραγωγή βιοντίζελ στην Ελλάδα». 3ο Πανελλήνιο Συνέδριο Γεωργικής Μηχανικής. Θεσσαλονίκη, 29 - 31/05/03, 489-496.

McMurry J: "Οργανική Χημεία, τόμος II. Βιομόρια: λιπίδια", Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης, Ηράκλειο, σ. 1345-1369.

Οδηγία 2003/30/ΕΚ. «Σχετικά με την προώθηση βιοκαυσίμων ή άλλων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας» ΕΕΕΚ 123/17-5-2003.

Παπαδόπετρου Δ., Αμπατζόγλου Κ, 1967. Πειράματα ελαιούχων φυτών, Ινστιτούτο Βάμβακος - Σίνδος.

Παπαρσένος, Γ., 2006. «Ζητήματα της Αγοράς των Υγρών Βιοκαυσίμων στην Ελλάδα». Πρακτικά από ημερίδα «Βιοκαύσιμα: Από το Χωράφι στο Αυτοκίνητο», Κέντρο ΓΑΙΑ, Μουσείο Φυσικής Ιστορίας Γουλανδρή, 22 Ιουνίου 2006

Σμυρής, Μ., 2006. «Δυνατότητες και Προοπτικές για τις Ενεργειακές Καλλιέργειες στην Ελλάδα». ΠΑΣΕΓΕΣ. Πρακτικά από ημερίδα «Βιοκαύσιμα: Από το Χωράφι στο Αυτοκίνητο». Κέντρο ΓΑΙΑ. Μουσείο Φυσικής Ιστορίας Γουλιανδρή. 22 Ιουνίου 2006

Sovero, M., 1993. Rapeseed, a new oilseed crop for the United States. p. 302-307. In: J. Janick and J.E. Simon (eds.), New crops. Wiley, New York

Weiss, E.A., 1983. Oilseed crops, Longman London and New York

Word, J.T., Basford, W.D., Hawkins, J.H., Holiday J.M., 1985. Oilseed Rape, Farming Press LTD

Χρήστου, Μ., 2006. «Οικονομική και Περιβαλλοντική Αξιολόγηση Βιοκαυσίμων στην Ευρώπη». Τμήμα Βιομάζας, ΚΑΠΕ. Πρακτικά από ημερίδα «Βιοκαύσιμα: Από το Χωράφι στο Αυτοκίνητο». Κέντρο ΓΑΙΑ. Μουσείο Φυσικής Ιστορίας Γουλιανδρή. 22 Ιουνίου 2006

Ψωμάς, Σ., 2003. Ενέργεια, Περιβάλλον και Επιχειρηματικότητα: Προτάσεις για τον ενεργειακό τομέα στον ελληνικό

Πηγές διαδικτύου

<http1://www.svlele.com/rapeseed.htm>

<http2:www.agriculture.com>

<http3:www.agronews.gr>

<http4:www.billdoll.com>

<http5:www.bioenergia.gr>

<http6:www.biofuels.gr>

<http7:www.canola-council.org>

<http8:www.canola.okstate.edu>

<http9:www.cres.gr>

<http10:www.ebb-eu.org>

<http11:www.ecocrete.gr>

<http12:www.europa.eu>

[http13:www.eurostat.com](http://www.eurostat.com)

[http14:www.fapri.iastate.edu/outlook96/baseline/crops/home.html](http://www.fapri.iastate.edu/outlook96/baseline/crops/home.html)

[http15:www.iene.gr](http://www.iene.gr)

[http16:www.journeytoforever.org/biodiesel_yield.html](http://www.journeytoforever.org/biodiesel_yield.html)

[http17:www.minagric.gr](http://www.minagric.gr)

[http18:www.nsrl.uiuc.edu](http://www.nsrl.uiuc.edu)

[http20:www.paraquat.com/Default.aspx?tabid=2851](http://www.paraquat.com/Default.aspx?tabid=2851)

[http21:http://tovima.dolnet.gr/print_article.php?e=B&f=14384&m=H04&aa=1](http://tovima.dolnet.gr/print_article.php?e=B&f=14384&m=H04&aa=1)

[http22:http://www.usda.gov](http://www.usda.gov)

[http23:www.ypan.gr/docs/2nd_Biofuels_Report_Greece.pdf](http://www.ypan.gr/docs/2nd_Biofuels_Report_Greece.pdf)

[http24:http://www.simeni.com](http://www.simeni.com)

[http25:www.nk.com](http://www.nk.com)

[http26://www.iatronet.gr/article.asp?art_id=1083](http://www.iatronet.gr/article.asp?art_id=1083)

[http27://aloeveragreece.blogspot.com/2008/03/3.html](http://aloeveragreece.blogspot.com/2008/03/3.html)

Παράρτημα

1. Εγκατάσταση του πειράματος







2. Εμφάνιση πρώτων φύλλων- Δημιουργία σταυρού





Έλεγχος ζιζανίων με ξεβοτάνισμα



